



Diogo Maria Martinho da Silva Trindade

Licenciado em Engenharia e Gestão Industrial

Um modelo de avaliação da eficiência de gestão de projectos: caso de estudo EDP Distribuição

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial

Orientador: Professora Doutora Ana Paula Barroso, Professora Auxiliar, FCT

Co-orientador: Professora Doutora Virgínia Machado, Professora Auxiliar, FCT

Júri:

Presidente: Doutor Rogério Salema Araújo Puga Leal

Arguentes: Doutor Nuno Alexandre Correia Martins Cavaco

Vogais: Doutora Ana Paula Barroso

Doutora Marísia Giorgi



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Setembro, 2014

Um modelo de avaliação da eficiência de gestão de projectos: caso de estudo EDP Distribuição

Copyright © Diogo Maria Martinho da Silva Trindade, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Gostaria de começar por agradecer à EDP Distribuição a oportunidade de desenvolver este trabalho na sua sede, dando-me uma primeira grande perspectiva da actividade numa organização líder do mercado energético. Gostaria também de agradecer a orientação da Dr.^a Marísia Giorgi, pelo apoio que deu no meu trabalho e pelo seu empenho em manter-me motivado. Ao Eng. Edgar John, um agradecimento especial pela sua disponibilidade, conseguindo sempre encurtar distâncias e orientar-me no sentido correcto. Queria agradecer também a colaboração do Eng. João Mello e do Eng. Afonso Teixeira da Direcção de Automação e Telecontrolo, sem a qual este trabalho não seria possível concluir. A toda a Direcção de Organização e Desenvolvimento, os meus agradecimentos pela disponibilidade e por todas as ajudas dadas, especialmente às pessoas que partilharam comigo o seu espaço de trabalho, a sua energia e a sua simpatia.

À orientação dada pela Professora Doutora Ana Paula Barroso e pela Professora Doutora Virgínia Machado, marcada por uma grande disponibilidade e por excelentes conselhos, queria deixar um grande agradecimento.

Aos meus colegas e amigos que sempre puxaram por mim e, trabalhando comigo, me fizeram chegar mais longe.

Por fim, gostaria de agradecer à minha família pelo constante apoio e fonte de motivação para cumprir sempre com os meus objectivos. Aos meus avós, sem os quais não me teria sido possível estudar da maneira como o fiz. À minha Mãe, uma companhia constante e um pilar da minha vida, fonte de inspiração e equilíbrio, o maior agradecimento. Ao meu Pai, a quem este conjunto de folhas significaria tudo. Aos meus irmãos por acreditarem sempre e incondicionalmente em mim. À Carlota pela sua paciência, apoio e fonte de inspiração nos momentos mais difíceis.

Resumo

No mercado energético, o tema eficiência tem-se tornado um pilar fundamental na obtenção de valor estratégico para as organizações deste negócio. Este foco tem muito que ver com as alterações que este mercado tem vindo a sofrer nos últimos anos com a mudança de mercado regulado para um mercado liberalizado. Permitir que novos *players* entrem no mercado e com eles novas formas de executar o negócio, tem aumentado a competitividade entre as várias organizações no ramo da electricidade. Consequentemente, essas organizações focam-se cada vez mais na eficiência, produzindo o mesmo mas utilizando menos recursos, promovendo, em simultâneo, uma maior satisfação dos seus clientes.

Paralelamente, as organizações na última década têm-se virado cada vez mais para a gestão de projectos, percebendo que através dela podem concretizar valor estratégico mais facilmente, com menor redundância. Assim, muitas organizações vivem actualmente em ambientes de multi-projecto, em que as iniciativas dos diferentes projectos são inúmeras e na maioria das vezes não existe capital suficiente para as satisfazer na totalidade. Perceber quais os projectos que acrescentam maior valor à organização torna-se fundamental.

Neste contexto, a presente dissertação visa avaliar a eficiência na gestão de um tipo de projectos da EDP Distribuição, utilizando o método matemático *Data Envelopment Analysis* (DEA). Com este método avaliou-se a capacidade que a organização tem em converter *inputs* em *outputs* nos projectos de telecomando da rede de distribuição que levou a cabo durante o ano de 2013.

Após um estudo sobre gestão de projectos e da análise DEA, analisou-se a melhor forma de aplicar o método DEA em empresas de electricidade, especificando-se as variáveis do modelo que traduzem melhor o processo a avaliar. Pretende-se fornecer resultados específicos sobre como a organização pode melhorar os seus processos na gestão de projectos de telecomando indicando onde, como e em quanto a empresa é ineficiente, identificando adicionalmente acções de melhoria.

Palavras-chave: *Data envelopment analysis*, eficiência técnica, eficiência de escala, gestão de projectos

Abstract

In the energy market, the issue of efficiency has become a cornerstone in achieving strategic value to organizations of this business. This focus has much to do with the changes that this market has been suffering in recent years, changing from a regulated market to a liberalized one. Allowing new players to enter the market and with them new ways of doing business has increased the competitiveness between the organizations in the field of electricity. Hence, those organizations are increasingly investing in becoming more efficient, producing the same but using fewer resources, promoting better customer satisfaction.

At the same time, organizations in the last decade have turned increasingly to project management, understanding that through it they can achieve strategic value more easily, with less redundancy. Thereafter, many organizations live today in a multi-project environment, where project initiatives are numerous and there is not enough capital to meet them all. That way, perceiving which projects add higher value to the organization becomes critical.

In this context, the present dissertation aims to evaluate the efficiency in the management of a single type of projects in EDP Distribuição, making use of a mathematical method called Data Envelopment Analysis (DEA). The method evaluated the ability that the organization has in converting inputs into outputs upon remote control projects in the distribution network during the year of 2013.

After a study of project management and DEA itself, there was an analysis on how to apply the DEA in electricity companies, specifying the variables of the model so as to translate the best way to assess the process. It is intended to provide specific results on how the organization can improve its processes in the management of remote control projects, indicating where and how the company is inefficient, further identifying improvement actions.

Keywords: Data envelopment analysis, technical efficiency, scale efficiency, project management

Índice de matérias

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO.....	1
1.2. OBJECTIVOS	2
1.3. METODOLOGIA	3
1.4. ORGANIZAÇÃO DO CONTEÚDO	4
2. EFICIÊNCIA NA GESTÃO DE PROJECTOS	5
2.1. GESTÃO DE PROJECTOS.....	5
2.1.1. PROCESSOS NA GESTÃO DE PROJECTOS	6
2.1.2. DIMENSÕES DA GESTÃO DE PROJECTOS.....	8
2.1.2.1. Tempo	10
2.1.2.2. Custo	10
2.1.2.3. Desempenho	11
2.1.3. RISCO	12
2.2. GESTÃO DE PROGRAMA.....	13
2.3. GESTÃO DE PORTEFÓLIO	14
2.4. EFICIÊNCIA E PRODUTIVIDADE	17
2.4.1. DEFINIÇÕES	17
2.4.2. MODELOS PARA MEDIR A EFICIÊNCIA TÉCNICA	20
2.5. <i>DATA ENVELOPMENT ANALYSIS</i>	21
2.5.1. ENQUADRAMENTO	21
2.5.2. CARACTERIZAÇÃO DA DEA	23
2.5.2.1. Pressupostos	23
2.5.2.2. Vantagens	23
2.5.2.3. Desvantagens.....	24
2.5.3. MODELOS TRADICIONAIS	24
2.5.3.1. Modelo CCR.....	25
2.5.3.2. Observações sobre o modelo CCR	28
2.5.3.3. Modelo BCC.....	30
2.5.3.4. Observações sobre o modelo BCC	32
2.6. OUTROS MODELOS DA DEA	32
2.7. CONCLUSÕES DO CAPÍTULO	34

3. GESTÃO DO RISCO NA EDP DISTRIBUIÇÃO	37
3.1. ENQUADRAMENTO	37
3.1.1. GRUPO EDP	37
3.1.2. EDP DISTRIBUIÇÃO	40
3.2. MODELO DE GESTÃO DE PORTEFÓLIO DE PROJECTOS	44
3.2.1. TIPO DE PROJECTOS	46
3.2.2. MODELO DE SELECÇÃO DE PROJECTOS	48
3.2.3. ANÁLISE DE RISCO	49
3.3. CONCLUSÕES DO CAPÍTULO	54
4. MODELO PROPOSTO	55
4.1. DEA NO SECTOR DAS UTILITIES	55
4.2. DEA NA ANÁLISE DE GESTÃO DE PROJECTOS DA EDP DISTRIBUIÇÃO	57
4.2.1. <i>DECISION MAKING UNITS</i>	57
4.2.2. VARIÁVEIS DO MODELO	58
4.2.2.1. <i>Inputs</i>	58
4.2.2.2. <i>Ouputs</i>	60
4.2.3. O MODELO	61
4.3. CONCLUSÕES DO CAPÍTULO	62
5. APLICAÇÃO DO MODELO	63
5.1. ENQUADRAMENTO	63
5.2. OBJECTO – PROJECTOS DE TELECOMANDO	65
5.3. ESPECIFICAÇÃO DO MODELO	66
5.3.1. <i>DECISION MAKING UNITS</i>	66
5.3.2. <i>INPUTS</i>	67
5.3.3. <i>OUTPUTS</i>	69
5.3.4. O MODELO	71
5.4. ANÁLISE DE RESULTADOS	72
5.4.1. APLICAÇÃO DO MODELO	72
5.4.2. PONTUAÇÕES DE EFICIÊNCIA	72
5.4.3. <i>BENCHMARKING</i>	76
5.4.4. VALORES META	77
5.4.5. EFICIÊNCIAS DE ESCALA	78
5.4.6. DISCUSSÃO DE RESULTADOS	79

5.5. CONCLUSÕES DO CAPÍTULO	85
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	89
6.1. CONCLUSÕES	89
6.2. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHO FUTURO.....	94
BIBLIOGRAFIA	97
ANEXOS	107
ANEXO I – MODELOS COM ORIENTAÇÃO PARA O <i>OUTPUT</i>	107
ANEXO II – WBS´S PARA OS PROJECTOS DE TCMT DA DIRECÇÃO DE AUTOMAÇÃO E TELECOMANDO	108

Lista de Figuras

FIGURA 1.1 – METODOLOGIA DO TRABALHO.....	3
FIGURA 2.1 – PROCESSOS NA GESTÃO DE PROJECTOS	7
FIGURA 2.2 – DIMENSÕES NA GESTÃO DE PROJECTOS.....	9
FIGURA 2.3 – FRONTEIRA DE PRODUTIVIDADE	18
FIGURA 2.4 – RENDIMENTO À ESCALA NOS MODELOS CCR E BCC	31
FIGURA 3.1 – ALINHAMENTO ESTRATÉGICO DO GRUPO EDP COM A CTG.....	39
FIGURA 3.2 – ORGANOGRAMA DO GRUPO EDP	40
FIGURA 3.3 – VISÃO E COMPROMISSOS DA EDP DISTRIBUIÇÃO.....	42
FIGURA 3.4 – ORGANIZAÇÃO DA EDP DISTRIBUIÇÃO	43
FIGURA 3.5 – DIAGRAMA DO MODELO DE GESTÃO DE PORTEFÓLIO DA EDP DISTRIBUIÇÃO.....	46
FIGURA 3.6 – PROJECTOS DE INVESTIMENTO DA EDP DISTRIBUIÇÃO.....	47
FIGURA 3.7 – MATRIZ DE RISCO DA EDP DISTRIBUIÇÃO.....	52
FIGURA 3.8 – PONTUAÇÕES DE RISCO ASSOCIADAS À MATRIZ DE RISCO DA EDP DISTRIBUIÇÃO.....	53
FIGURA 5.1 – INVESTIMENTO EM PROJECTOS DE TELECOMANDO	64
FIGURA 5.2 – RELAÇÃO ENTRE TIEPI E INSTALAÇÕES TELECOMANDADAS	65
FIGURA 5.3 – CLASSIFICAÇÃO DAS DMUS POR EFICIÊNCIA	81
FIGURA 5.4 – EFICIÊNCIA PURAMENTE TÉCNICA VS EFICIÊNCIA DE ESCALA	85
FIGURA I.1 – WBS DO PROJECTO DE TELECOMANDO DE PTs (MODELO SIMPLIFICADO)	108
FIGURA I.2 – WBS DO PROJECTO DE AQUISIÇÃO DE OCRs (MODELO SIMPLIFICADO)	108

Lista de Tabelas

TABELA 2.1 – RESUMO DO <i>ENVELOPMENT MODEL</i>	30
TABELA 3.1 – NÚMEROS GERAIS DO GRUPO EDP	38
TABELA 3.2 – INDICADORES ECONÓMICOS DOS PROJECTOS	45
TABELA 3.3 – MODELO DE DECISÃO	49
TABELA 4.1 – POSSÍVEIS <i>INPUTS</i>	59
TABELA 4.2 – POSSÍVEIS <i>OUTPUTS</i>	60
TABELA 5.1 – INVESTIMENTO POR DIRECÇÃO (ANOS 2012 E 2013).....	64
TABELA 5.2 – OBRAS DOS PROJECTOS DE TCMT	66
TABELA 5.3 – DMUS DO MODELO	67
TABELA 5.4 – <i>INPUTS</i> DO MODELO	69
TABELA 5.5 – <i>OUTPUTS</i> DO MODELO E RESPECTIVA CODIFICAÇÃO.....	70
TABELA 5.6 – <i>OUTPUTS</i> DO MODELO	71
TABELA 5.7 – PONTUAÇÕES E <i>BENCHMARKING</i>	73
TABELA 5.8 – FOLGAS NOS <i>INPUTS</i>	74
TABELA 5.9 – CLASSIFICAÇÃO DAS DMUS	75
TABELA 5.10 – FONTES DE INEFICIÊNCIA	75
TABELA 5.11 – <i>BENCHMARKING</i>	76
TABELA 5.12 – VALORES META PARA OS <i>INPUTS</i> E <i>OUTPUTS</i>	77
TABELA 5.13 – EFICIÊNCIAS DE ESCALA	78
TABELA 5.14 – REDUÇÕES A EFECTUAR NOS <i>INPUTS</i>	83

Abreviaturas

AT	–	Alta Tensão
BCC	–	<i>Banker Charnes Cooper</i>
BT	–	Baixa Tensão
CAPEX	–	<i>Capital Expenditure</i>
CCR	–	<i>Charnes Cooper Rhodes</i>
CPM	–	<i>Critical Path Method</i>
CRS	–	<i>Constant Returns to Scale</i>
CTG	–	<i>China Three Gorges</i>
DAT	–	Direcção de Automação e Telecontrolo
DEA	–	<i>Data Envelopment Analysis</i>
DGE	–	Direcção de Gestão de Energia
DGF	–	Direcção de Gestão de Fornecedores
DMN	–	Direcção de Manutenção
DMU	–	<i>Decision Making Unit</i>
DOD	–	Direcção de Organização e Desenvolvimento
DPC	–	Direcção de Projecto e Construção
DPL	–	Direcção de Planeamento de Rede
DRCL	–	Direcção de Rede e Clientes Lisboa
DRCM	–	Direcção de Rede e Clientes Mondego
DRCN	–	Direcção de Rede e Clientes Norte
DRCP	–	Direcção de Rede e Clientes Porto
DRCS	–	Direcção de Rede e Clientes Sul
DRCT	–	Direcção de Rede e Clientes Tejo
DRS	–	<i>Decreasing Returns to Scale</i>
EPM	–	<i>Enterprise Project Management</i>
ERS	–	<i>Efficiency Reference Set</i>
IRS	–	<i>Increasing Returns to Scale</i>
ISO	–	<i>International Organization for Standardization</i>
MT	–	Média Tensão
OPEX	–	<i>Operating Expenditure</i>
PERT	–	<i>Program Evaluation and Review Technique</i>
PMI	–	<i>Project Management Institute</i>
PPM	–	<i>Project Portfolio Management</i>
PIB	–	Produto Interno Bruto
PT	–	Posto de Transformação
RND	–	Rede Nacional de Distribuição
SAIFI	–	<i>System Average Interruption Frequency Index</i>
SAIDI	–	<i>System Average Interruption Duration Index</i>
SFA	–	<i>Stochastic Frontier Analysis</i>
TIEPI	–	Tempo de Interrupção Equivalente da Potência Instalada
TIR	–	Taxa Interna de Rentabilidade
TOTEX	–	<i>Total Expenditure</i>
TRI	–	Taxa de Rentabilidade Inicial
VAL	–	Valor Actualizado Líquido
VRS	–	<i>Variable Returns to Scale</i>
WBS	–	<i>Work Breakdown Structure</i>

Símbolos

DMU_o	–	DMU da amostra em análise
DMU_j	–	j-ésima DMU da amostra
h_o	–	Rácio entre <i>input</i> virtual e <i>output</i> virtual
m	–	Número total de <i>inputs</i>
n	–	Número total de DMUs da amostra
s	–	Número total de <i>outputs</i>
s_i^-	–	Folga do <i>input</i> i
s_r^+	–	Folga do <i>output</i> r
u_r	–	Peso ou multiplicador associado ao <i>output</i> r
v_i	–	Peso ou multiplicador associado ao <i>input</i> i
x_{ij}	–	Quantidade consumida do <i>input</i> i pela j-ésima DMU da amostra
\hat{x}_{io}	–	Valor meta para o <i>input</i> i consumido pela DMU em análise
y_{rj}	–	Quantidade produzida do <i>output</i> r pela j-ésima DMU da amostra
\hat{y}_{ro}	–	Valor meta para o <i>output</i> r produzido pela DMU em análise
μ_r	–	Peso ou multiplicador associado ao <i>output</i> r
z	–	Pontuação de eficiência no modelo primal
ε	–	Elemento não-arquimídiano menor que qualquer número positivo
θ	–	Pontuação de eficiência no modelo dual (orientação para o <i>input</i>)
λ_j	–	Contribuição da j-ésima DMU da amostra na avaliação de eficiência
μ_r	–	Peso ou multiplicador associado ao <i>output</i> r
φ	–	Pontuação de eficiência no modelo dual (orientação para o <i>output</i>)

1. Introdução

Neste capítulo é realizada uma breve introdução ao tema a abordar, a motivação para o fazer e, principalmente, são descritos os objectivos que se deseja concretizar. Estabelece-se a metodologia utilizada para o cumprimento desses objectivos detalhando, adicionalmente, a estrutura da dissertação.

1.1. Enquadramento

Eficiência é um conceito chave de gestão na indústria da electricidade. Neste negócio, a medição de eficiência-productividade tem estado sempre presente devido a duas razões principais: a) as organizações de energia eléctrica regra geral foram reguladas, sendo levadas a avaliações intensivas de produtividade; b) o custo associado com a construção e operação de instalações eléctricas constitui uma parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB) na maioria dos países desenvolvidos. Assim, a principal estratégia deste tipo de organizações é a inovação e a melhoria contínua, tentando sempre converter o menor número de recursos num maior número de resultados, isto é, crescendo em eficiência (San Cristóbal, 2011).

Ao mesmo tempo, as organizações veem cada vez mais na gestão de projectos a melhor maneira de concretizarem a sua estratégia. Por ser uma actividade mais focada nos objectivos e resultados, permite uma abordagem ao negócio mais incisiva, provocando um ambiente mais reactivo e, por isso, mais eficiente. No entanto, a tendência nas organizações é terem um número de iniciativas de novos projectos superior ao número de projectos que se podem realizar, num dado período de tempo, devido a não haver recursos suficientes para realizar a totalidade (Archer & Ghasemzadeh, 1996). Assim, neste ambiente multi-projecto, é necessário metodologias de apoio à gestão de portefólios de projectos que auxiliem a selecção dos projectos que devem ser concretizados, num determinado horizonte temporal, de modo a que a aproximação estratégica das organizações seja a mais eficiente possível.

1. Introdução

Eficiência e gestão de projectos são temas explorados pela comunidade científica e relevantes em qualquer organização. No entanto, no que concerne à combinação dos dois conceitos, ou seja, a eficiência na gestão de projectos, ainda existe um caminho a percorrer na investigação científica. É nesta combinação dos conceitos de eficiência e gestão de projetos que este trabalho vai incidir, apresentando uma análise de um modelo de gestão de portefólio de projectos da EDP Distribuição e o modo como este pode ser avaliado em termos de eficiência.

Sendo este o contexto actual no negócio da electricidade, as organizações neste mercado têm necessidade de ferramentas e modelos capazes de avaliar a eficiência do modo como realizam as suas actividades. Neste âmbito, surgiu a necessidade e o desejo da EDP Distribuição incorporar no seu conhecimento modelos de avaliação, adaptáveis a uma diversidade de actividades, nomeadamente, na gestão de projectos. A EDP Distribuição é uma organização maioritariamente funcional mas com uma grande incidência na gestão de projectos, para complementar a sua estratégia, sendo responsável anualmente por inúmeras obras. Modelar o sistema de portefólio de projectos da EDP Distribuição através do desenvolvimento de ferramentas que possam auxiliar na monitorização e *reporting* do desempenho dos projectos, avaliando de que modo a organização se pode tornar mais eficiente, é a maior motivação deste trabalho.

1.2. Objectivos

A gestão de projectos na EDP Distribuição é realizada através de um processo complexo que envolve a selecção dos projectos que, segundo a sua estratégia, trazem um impacto positivo maior. O trabalho desenvolvido nesta dissertação tem por base um caso de estudo e tem como objectivo apoiar a organização em três pontos fundamentais:

- Com base num modelo matemático, pretende-se avaliar a eficiência das várias áreas operacionais envolvidas no desenvolvimento de um tipo de projectos, os projectos de telecomando da rede de distribuição, tornando mais transparente os benefícios da utilização da gestão integrada de projectos;
- Identificar as acções que devem ser tomadas de modo a melhorar a eficiência das várias áreas operacionais no desenvolvimento deste tipo de projectos;
- Preparar a organização para a utilização do mesmo modelo como base de avaliação da eficiência de outro tipo de projectos.

Depois de uma análise de métodos e modelos da literatura que podiam ser utilizados na avaliação de eficiência, foi seleccionado o método *Data Envelopment Analysis*, um método matemático de programação linear que permite obter resultados que estão em sintonia com os objectivos propostos. De modo a preparar a EDP Distribuição na utilização deste método para avaliar outros tipos de projectos, o processo de aplicação do método é fundamentado, desde

1. Introdução

as razões para a escolha das variáveis utilizadas, de acordo com a gestão de projectos, até ao modo como a gestão deve analisar os resultados obtidos e utilizá-los em prol da organização.

1.3. Metodologia

A metodologia utilizada na realização deste trabalho tem 6 fases distintas e sequenciais, nomeadamente, Planeamento do trabalho, Revisão bibliográfica, Desenvolvimento do modelo, Aplicação do modelo, Análise de resultados e Conclusões (figura 1.1).

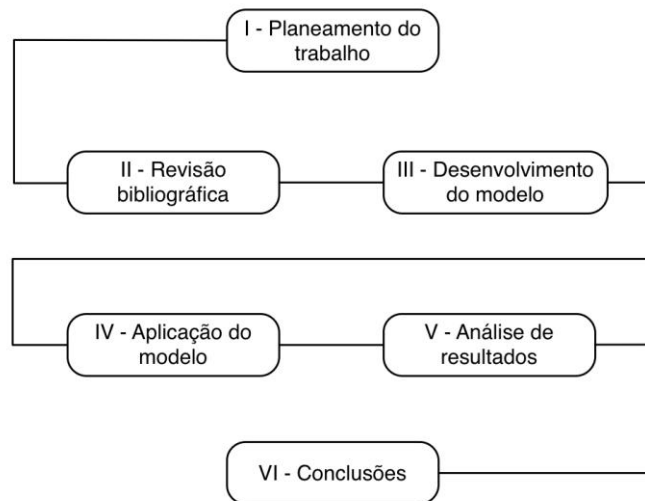


Figura 1.1 – Metodologia do trabalho

Numa primeira fase, foi feito o planeamento do trabalho a realizar, definindo-se os objetivos a atingir e a metodologia a seguir para os concretizar. Nesta fase foi também definida a calendarização das restantes fases do trabalho, de modo a controlar temporalmente o seu avanço.

Posteriormente, foi feita uma revisão bibliográfica do estado de arte dos conceitos chave no desenvolvimento do trabalho, nomeadamente gestão de projectos e eficiência. O objectivo desta fase foi a construção de uma base consistente para o desenvolvimento de todo o trabalho, explorando os principais conceitos teóricos, com recurso maioritário a artigos científicos das principais revistas internacionais. Adicionalmente, foram estudados métodos de avaliação de eficiência, com o objectivo de seleccionar um que se adaptasse ao caso de estudo. Esta foi a segunda fase do trabalho.

Depois do desenvolvimento dos alicerces teóricos do trabalho foi seleccionado o método a utilizar no caso de estudo. Foi, por isso, necessário um estudo do modo como se pode medir a eficiência na gestão de projectos da EDP Distribuição, utilizando o método de avaliação seleccionado e como se deve aplicar esse método, tendo em conta a experiência científica na aplicação desse método em organizações no mercado energético.

Numa quarta fase, depois do estudo feito e definidos os eixos orientadores de uma aplicação do método escolhido bem-sucedida, foi feita a aplicação do método propriamente dita, originando resultados importantes na avaliação da gestão de projectos da organização, tal como planeado.

Posteriormente, foi realizada uma análise crítica, detalhando o significado dos resultados obtidos, para serem compreendidos pela gestão e, adicionalmente, foram tecidos comentários relevantes sobre os objectivos a estabelecer como forma de melhorar a gestão do projecto analisado.

Por fim, a metodologia utilizada terminou com a fase de conclusão. Além da descrição do trabalho executado, foram compiladas as várias conclusões (para cada uma das fases de trabalho), reflectindo as principais conclusões que foram sendo feitas ao longo do desenvolvimento do trabalho. Adicionalmente, com a experiência e conhecimento ganhos durante a realização deste estudo, foram identificadas acções a implementar e ideias a desenvolver para dar continuidade a este trabalho. Assim, compilou-se um conjunto de recomendações para trabalho futuro da EDP Distribuição.

1.4. Organização do conteúdo

A estrutura desta dissertação encontra-se dividida em seis capítulos. No primeiro capítulo é feito um enquadramento da situação que se quer estudar, é dado a conhecer a motivação para o fazer e os principais objectivos a atingir.

No segundo capítulo é feita uma revisão bibliográfica dos temas que se abordam no trabalho, recorrendo às revistas científicas mais importantes do mundo. É uma compilação dos fundamentos teóricos principais que serve como base de sustentação para o desenvolvimento posterior.

O terceiro capítulo surge com a apresentação e especificação do caso de estudo, em que é feita a descrição da organização alvo do estudo, com foco no modelo de gestão de portefólio de projectos e de gestão de risco.

O quarto e quinto capítulo representam a componente mais prática da dissertação. No quarto capítulo é apresentado um método de medição de eficiência sendo descrito o seu enquadramento face ao negócio da electricidade. No quinto capítulo, é feita a especificação do modelo na óptica da organização em estudo e é aplicado o modelo. No fim do capítulo são apresentados os resultados obtidos e a sua discussão.

No sexto e último capítulo é feita uma conclusão do trabalho, sendo apontados os comentários principais do estudo efectuado e feitas recomendações para trabalho futuro. No essencial, tenta-se sintetizar as ilações mais relevantes, de um ponto de vista crítico e, também, deixar especificados os próximos passos a desenvolver para dar continuidade a este trabalho.

2. Eficiência na gestão de projectos

A gestão de projectos e a eficiência com que é feita são peças fulcrais no trabalho desenvolvido. Nesse sentido, é fundamental analisar as referências bibliográficas sobre estes conceitos, criando-se de certa forma uma linha de base para o desenvolvimento de todo o trabalho.

2.1. Gestão de projectos

Tradicionalmente, a gestão de projectos tem tido uma maior incidência em projectos de engenharia de grandes dimensões. No entanto, com as constantes mudanças nos mercados e nos ambientes corporativos, a gestão de projectos tem-se tornado cada vez mais o processo nuclear na dinâmica das organizações (Maylor, 2001). Uma vez que a gestão de projectos permite uma mais rápida, maleável e eficiente implementação da estratégia das organizações (Hauc & Kovac, 2000), estas têm transformado a sua estrutura orientando-se para a gestão de projectos de forma a concretizar a sua estratégia (Killen & Hunt, 2013). De acordo com Pemsel & Wiewiora (2013), os projectos são um meio eficiente de combinar conhecimentos de gestão (ferramentas, técnicas, entre outros) e, por consequência, otimizar o valor dos investimentos.

Segundo a ISO 21500, um projecto é definido como um conjunto de processos que consistem em actividades coordenadas, controladas e delimitadas por datas de início e fim, cuja execução permite alcançar um objectivo. A conquista do objectivo requer entregáveis em conformidade com especificações, que normalmente inclui restrições associadas com o tempo, o custo e os recursos (Zandhuis & Stellingwerf, 2013). O *Project Management Institute* (PMI), uma associação norte americana de gestão de projectos, com credibilidade a nível mundial, define projecto como um acontecimento temporário para criar um produto, um serviço ou um resultado únicos, no sentido em que não existem dois projectos iguais. Ambas as definições contemplam a variável tempo associada aos projectos, que é sempre finita e localizada, bem como a finalidade do projecto, ou seja, o seu objectivo. O resultado da execução do projecto é também limitado devido à utilização de recursos finitos e à sua gestão, que a mesma fonte define

2. Eficiência na gestão de projectos

como sendo a aplicação de conhecimento, competências, ferramentas e técnicas na realização das actividades do projecto para que cumpram com as especificações do projecto (Project Management Institute, 2013).

Assim sendo, a gestão de projectos é um modo de gestão que, com auxílio das capacidades humanas, ferramentas e técnicas articula processos e integra recursos, na concretização de projectos, de modo a obter um melhor controlo e uma utilização de recursos mais eficiente (Project Management Institute, 2013). A gestão de projectos exponencia a comunicação entre áreas operacionais, funcionando frequentemente como ligação entre estas áreas, que por vezes se encontram isoladas (Copertari, 2011). É importante a concretização dos projectos sem que haja obstrução à habitual rotina da organização; pelo contrário, a gestão de projectos deve conciliar a sua aplicação com as suas áreas mais funcionais (Munns & Bjeirmi, 1996).

2.1.1. Processos na gestão de projectos

Um processo, por definição, representa um determinado método através do qual o trabalho é estruturado, e é estabelecida uma ordem para a realização das actividades que o compõem em termos de tempo e local (Cohen & Money, 2009). Na definição tradicional, proveniente da sua aplicação, principalmente à indústria e à produção, um processo é definido como sendo uma sequência de actividades que transforma *inputs* em *outputs* que, regra geral, são produtos (Lindsay et al., 2003). Um processo, no âmbito da gestão de projectos, resulta da transformação de *inputs* em *outputs*, não se materializando na produção de um produto, mas na concretização do projecto. Neste contexto, os processos na gestão de projectos aparecem como meios pré-definidos para organizar, direccionar e controlar a realização do projecto, através da aplicação de metodologias, manuais de orientação, entre outros (Zika-Viktorsson & Ingelgård, 2006).

O PMI propõe um modelo de gestão de projectos (figura 2.1). Este modelo consiste, a nível macro, na aplicação e integração de cinco macroprocessos, que todos os projectos devem possuir durante o seu ciclo de vida: inicialização, planeamento, execução, monitorização e controlo e encerramento. Segundo a própria dinâmica da gestão de projectos, o macroprocesso controlo e monitorização, tem uma relação directa com os outros macroprocessos, durante o período de realização do projecto.

2. Eficiência na gestão de projectos

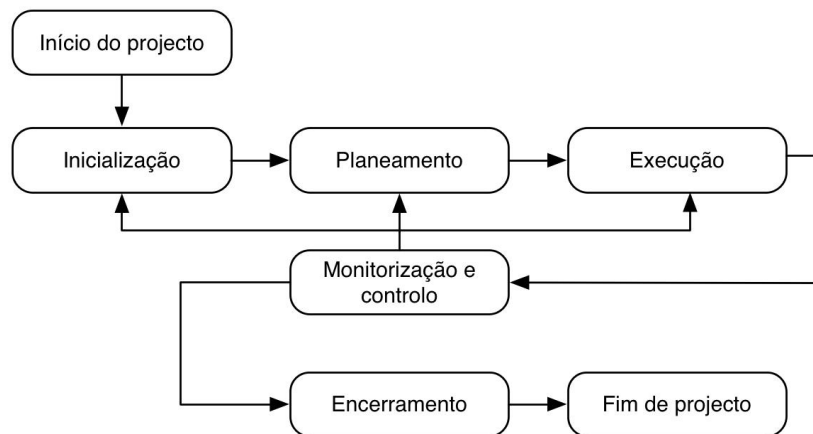


Figura 2.1 – Processos na gestão de projectos

Adaptado de: Project Management Institute (2013)

O grupo de processos designado por inicialização compreende a definição do projecto (ou uma nova fase de um projecto existente) e a autorização, ou não, para iniciar o projecto (ou fase).

O grupo de processos relativos ao planeamento é responsável pela formulação do plano do projecto, que inclui a definição do âmbito e o encadeamento de acções a tomar para atingir os objectivos do projecto e também os relacionados com a estratégia da organização. Pitagorsky (1996) afirma que um plano de projecto consiste em:

- Definição/identificação dos objectivos;
- Descrição do projecto e definição do critério de aceitação;
- Listagem detalhada das actividades, com as respectivas interdependências, recursos necessários e durações;
- Calendarização das actividades e do projecto;
- Orçamentação das actividades e do projecto;
- Atribuição de responsabilidades do projecto;
- Definição de procedimentos para o planeamento, controlo e desempenho do projecto.

É benéfico para o projecto a integração da análise de risco nesta fase. Payne et al. (2011), num artigo sobre um caso prático em que se aplica a gestão de projectos na área da saúde, referem a integração do plano de gestão do risco no planeamento do projecto, definindo, avaliando e priorizando os riscos mais significativos, de modo a que estes pudessem ser antecipados, mitigados e geridos para que não houvesse consequências para o desempenho do projecto.

2. Eficiência na gestão de projectos

Após o planeamento, é possível dar início ao grupo de processos de execução do projecto, cuja responsabilidade é a de garantir que cada actividade é concluída de acordo com o planeado, tomando como guia os documentos resultantes do planeamento.

Através dos processos de monitorização e controlo, a equipa do projecto monitoriza o desempenho do projecto, de modo a avaliar o progresso da realização do projecto e fornecer informação para melhorias do plano de projecto. Mais especificamente, o controlo incide no estado de progressão do projecto, na correcta transmissão de informação entre os envolvidos no projecto, na qualidade do projecto, mantendo-o dentro das especificações, e na gestão da mudança, no caso do projecto sair dos limites dessas especificações, bem como na resolução de problemas que surjam. Por outras palavras, este grupo de processos tem como objectivo garantir que o projecto está no caminho certo em termos de âmbito, tempo, custo, risco e qualidade (Alecú, 2011).

O grupo de processo de encerramento garante a finalização dos projectos, ou seja, o fim de todas as actividades referentes a todos os outros grupos de processos de maneira a que, formalmente, um projecto ou uma fase seja concluída. Inclui a validação de que os objectivos do projecto foram cumpridos ou, caso contrário, a decisão de abortar o projecto. Os recursos, humanos e materiais devem ser reorganizados de maneira a serem aproveitados para outros projectos ou actividades da organização (Pitagorsky, 1996).

2.1.2. Dimensões da gestão de projectos

Copertari (2011) estabelece três dimensões ou objectivos principais na gestão de projectos: o tempo, o custo e o desempenho. O autor utiliza os termos dimensão e objectivo indistintamente, no âmbito da gestão de projectos.

Assim sendo, um projecto deve ser gerido de modo a que estas dimensões sejam optimizadas; no caso das variáveis tempo e custo, traduzidas pela calendarização das actividades e pela imputação de valor monetário às diferentes actividades, respectivamente, o objectivo é a minimização. A dimensão desempenho, definida pela diferença entre as especificações impostas e as obtidas, deve ser maximizada. Infere-se que quanto menor é esta diferença, maior a qualidade de gestão do projecto e, consequentemente, melhor é o seu desempenho. Assim, a qualidade é uma medida do desempenho de um projecto, estando qualidade e desempenho positivamente correlacionados. Devido a esta correlação, os termos são habitualmente utilizados indistintamente.

As várias dimensões podem ser representadas num gráfico tridimensional (figura 2.2). Havendo valores limite para cada uma das dimensões, é possível delinear um paralelepípedo que estabeleça os limites que o projecto deve respeitar.

2. Eficiência na gestão de projectos

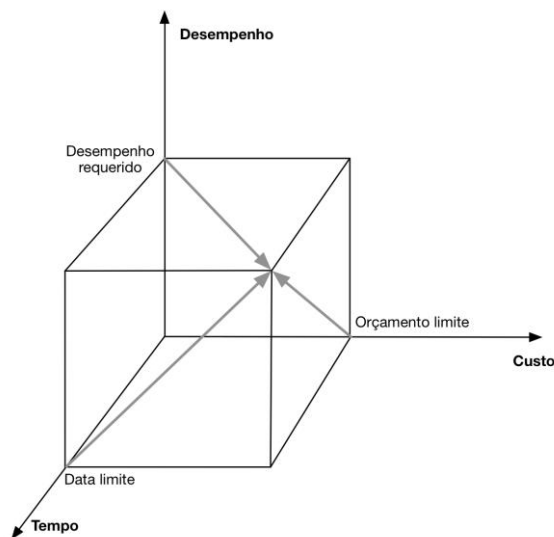


Figura 2.2 – Dimensões na gestão de projectos

Adaptado de: Meredith & Mantel (2009)

Babu & Suresh (1996) realçam as dimensões tempo, custo e qualidade na gestão de projectos considerando a existência de correlação nos efeitos que produzem, pelo que variações numa dimensão implicam alterações nas outras, efeito designado por *trade-off* entre dimensões. Por exemplo, a redução no tempo total de um projecto, provoca um aumento no custo total e, eventualmente, uma diminuição da sua qualidade.

Para que as dimensões da gestão de projectos sejam melhor geridas e controladas convém, numa fase inicial do projecto (fase de planeamento), subdividir todo o trabalho necessário para a concretização do projecto, em porções mais pequenas de trabalho. De facto, sempre que uma organização encara a gestão de um projecto, o primeiro passo tem de passar pela divisão de todo o esforço de trabalho em partes mais pequenas, normalmente designadas de actividades e relações entre elas (Clark & Littrell, 2002). A ferramenta resultante desta etapa designa-se por *Work Breakdown Structure* (WBS) sendo, como o nome indica, uma estrutura organizada de todo o trabalho necessário à conclusão do projecto (Momoh et al., 2008). A WBS é considerada uma das melhores ferramentas de controlo e planeamento de projectos, a nível mundial, permitindo um menor desfasamento entre o que está planeado e o efectivamente desenvolvido num projecto (Miyuan et al., 2011).

Como foi dito, o controlo e monitorização do projecto é executado em paralelo com todas as outras fases. A criação da WBS e a organização do trabalho do projecto converge com a importância dada na gestão de projectos ao controlo de projectos; visualizando todas as fracções de trabalho que são necessárias desenvolver para concretizar o projecto, consegue-se fazer a calendarização desses esforços, definir os custos unitários para cada bloco de trabalho

e assim, ao longo do projecto, controlar o andamento do projecto, fazendo-se comparações entre o definido e o que realmente está a acontecer.

2.1.2.1. Tempo

A gestão do tempo na gestão de projectos é fundamental. Com efeito, um projecto é constituído por várias actividades, cada uma delas com uma duração prevista associada. Essas durações assumem valores estocásticos e cada actividade consome vários recursos, de capacidades fixas, até ser concluída (Rabbani et al., 2007). O planeamento da duração das actividades e a sua afectação no tempo (calendarização) permite otimizar a duração total de um projecto, bem como precaver contra incompatibilidades entre as actividades (Peters & Sikorski, 1999). Esta calendarização do projecto define datas de conclusão de entregáveis, ou *milestones*, que são definidos consoante o âmbito, o orçamento e o tempo necessário para o desenvolvimento do projecto (Kress, 1994). Geralmente, em projectos de energia eléctrica, os *milestones* são de conclusão mecânica, teste de desempenho, aceitação provisória e operação comercial. Cada *milestone* compreende processos de verificação, balanço da situação e identificação de riscos (King & Ali, 2007).

Várias técnicas para auxiliar o controlo temporal dos projectos têm sido desenvolvidas ao longo do tempo. Estas técnicas de calendarização tornaram-se indispensáveis no aumento da eficiência e da eficácia dos processos envolvidos na gestão de projectos (Demeulemeester et al., 2012). As técnicas mais utilizadas são o *Critical Path Method* (CPM) e o *Program Evaluation and Review Technique* (PERT). A primeira assume tempos na realização de cada actividade determinísticos e, através da relação de dependência entre as actividades, determina o tempo mínimo necessário para a conclusão do projecto (Babu & Suresh, 1996). Na técnica PERT, a duração de cada actividade é uma variável estocástica com um comportamento que se considera aproximado a uma distribuição de probabilidade Beta, pelo que a partir das durações optimista, mais provável e pessimista é possível determinar a duração média e o respectivo desvio padrão, para cada actividade (Lau & Somarajan, 1995).

2.1.2.2. Custo

As dimensões tempo, custo e qualidade, na gestão de projectos, estão altamente correlacionadas, como referido na secção 2.1.2.. Na maioria dos projectos de desenvolvimento, o custo do projecto é directamente proporcional à duração das tarefas pelo que, em geral, um projecto com maior horizonte temporal terá maior custo. As técnicas CPM e PERT, com as quais é feita a calendarização e divisão do trabalho em unidades mais pequenas (actividades), são utilizadas posteriormente na alocação do custo estimado a cada actividade. É um exercício realizado na fase de planeamento e, por isso, a montante da execução do projecto (Khang & Myint, 1999).

2. Eficiência na gestão de projectos

Como foi dito, existem *trade-offs* entre as várias dimensões na gestão de projecto. No entanto, o *trade-off* que mais se evidencia durante a vida de um projecto é entre as dimensões tempo e custo. A importância deste *trade-off* deve-se ao facto de, frequentemente, as durações das actividades de um projecto necessitarem de serem encurtadas para compensar atrasos inesperados ou quando a data de final de projecto é antecipada. Neste problema de *trade-off* entre dimensões, o objectivo da gestão é determinar a combinação óptima das durações das actividades e dos seus custos, combinação essa que deve conduzir o projecto segundo um prazo adequado e o com custo total mínimo (Mokhtari et al., 2011).

Estimativa de custo é um processo técnico de previsão de despesas e o seu sucesso mede-se pela diferença entre a previsão e o realmente executado. Os factores que aumentam a probabilidade de sucesso desta diferença são o rigor e a precisão na integração da informação do projecto e no controlo do mesmo durante a sua implementação (Baloï & Price, 2003).

A dificuldade de estimativas rigorosas em termos de tempo e custo é elevada, quer por falta de informação quer pela utilização de técnicas de previsão inadequadas. Um estudo realizado sobre as falhas existentes em projetos de *software*, indica que um terço dos projetos analisados tem um custo global 150-200% superior ao estimado no início do projecto e que, também, um terço dos projetos tem uma duração real 200-300% superior ao tempo estimado originalmente (Doloi, 2011).

2.1.2.3. Desempenho

A qualidade de um projecto é um indicador do desempenho de um projecto que classifica o grau de cumprimento do conjunto de características finais inerentes a um projecto em relação às especificações impostas (International Standards Organization, 2008). No planeamento do projecto são identificadas as actividades e o seu encadeamento para a concretização do objectivo final. São também descritas as especificações que o projecto deve apresentar quando da sua conclusão.

Copertari (2011) define dois tipos de especificações: especificações a atingir e especificações a exceder. As especificações a atingir estão relacionadas com o resultado final do projecto e o respectivo desempenho é determinado pela função qualidade: uma maior qualidade implica uma menor variação em relação ao especificado. As especificações a exceder envolvem os objectivos que a gestão de um projecto tem de obter: uma maior qualidade implica executar o projecto de modo a exceder a especificação realizada. Exemplos de especificações deste tipo são o valor actualizado líquido (VAL) e a taxa interna de retorno (TIR). Para estas especificações, o resultado é tanto mais positivo quanto menores forem as dimensões tempo e custo quando da conclusão do projecto. Aqui, o foco é nas actividades do projecto sendo um resultado acima das expectativas aquele em que as especificações são atingidas mas com um custo menor, num período de tempo menor ou um *mix* dos dois.

2. Eficiência na gestão de projectos

Nos dias que correm as organizações utilizam, cada vez mais, os projectos para implementar a sua estratégia. Esta condição traduz-se num ambiente multi-projecto, no qual é muito difícil obter um encadeamento coordenado e coerente no desenvolvimento de todos os projectos. Modelos de gestão de portefólio de projectos são introduzidos cada vez mais nas organizações. À medida que este ambiente de multi-projecto cresce, o valor acrescentado por esses projectos é cada vez mais objecto de escrutínio, uma vez que, apesar do desenvolvimento na área da gestão de portefólio de projectos e das metodologias implementadas, existe ainda uma percentagem de projectos que não cumpre o seu objectivo, quer em termos de tempo quer em termos de custo (Too & Weaver, 2013). O não cumprimento do objectivo é principalmente causado pela desconecção entre projectos e a gestão individual dos mesmos, ainda existente, nas organizações (Knodel, 2004).

2.1.3. Risco

À medida que a gestão de projectos evolui, as organizações encaram cada vez mais este modo de gestão como um método para obtenção de valor estratégico. Estabelecidos os objectivos estratégicos de uma organização, o valor estratégico define-se como sendo a amplitude com que esses objectivos estratégicos são obtidos (Eweje et al., 2012). Assim sendo, nos últimos anos tem havido um crescimento acentuado na necessidade de incluir perspectivas estratégicas nas metodologias de gestão do risco, englobando uma visão transversal da organização (Sanchez et al., 2009).

Podean et al. (2010) definem risco em gestão de projectos como sendo eventos ou condições que, se ocorrerem, têm um impacto negativo nos objectivos dos projectos. Os mesmos autores estabelecem que diferentes riscos têm diferentes importâncias, pelo que a importância na priorização de riscos de projecto é elevada. Adicionalmente, é estabelecido que a esses eventos ou condições, está associada uma probabilidade de ocorrência.

O risco é uma característica que está relacionada com as dimensões da gestão de projectos (tempo, custo e desempenho) e com as relações entre elas. Tendo o risco uma natureza probabilística, então a cada uma das dimensões com que se relaciona está também associada uma função densidade de probabilidade (Copertari, 2011). Por exemplo, a dimensão tempo tem como objectivo cumprir o projecto dentro de uma data limite. A probabilidade de não concluir o projecto dentro desse tempo é o risco associado ao tempo. O mesmo se passa com as outras dimensões, estabelecendo uma relação directa com o risco.

A gestão do risco incorpora a análise, a avaliação, o controlo e monitorização da exposição ao risco e o planeamento de acções de resposta. A apertada restrição do tempo, a incerteza e a complexidade da estrutura do projecto são os principais factores apontados como os responsáveis por despoletar riscos num projecto (Razaque et al., 2012).

Geralmente, a gestão do risco dos projectos é feita em três fases distintas: identificação do risco, avaliação do risco e resposta ao risco (Zhang & Fan, 2014). A identificação do risco consiste em reconhecer a presença de um risco e documentá-lo. Na fase de avaliação, é realizada uma descrição detalhada do risco e dos seus efeitos, com estimativas referentes à sua frequência e à sua gravidade. É com base nesta avaliação que a priorização dos riscos é feita. A resposta ao risco caracteriza-se pela selecção e implementação de acções a realizar com o intuito de reduzir a probabilidade de ocorrência do risco e/ou reduzir o impacto negativo que estes possam causar caso ocorram.

Risk Breakdown Structure (RBS) é uma ferramenta importante na gestão de projectos para previsão e controlo do risco. É uma matriz de estrutura hierárquica na qual são identificados todos os riscos envolvidos e funciona como ponto de partida para o processo de gestão descrito por Zhang & Fan (2014). Os seus principais benefícios são: i) identificação de riscos, ii) avaliação de riscos, iii) comparação de alternativas e iv) relatórios do controlo do risco (Iranmanesh et al., 2007).

A capacidade de interligar informação proveniente da gestão do risco de projectos feita individualmente, permite identificar e controlar riscos que aparecem, simultaneamente, em vários projectos. Desta forma, uma gestão integrada do risco diminui a probabilidade de falha da gestão de projectos, consolidando as actividades e prevenindo a duplicação de tarefas (Teller & Kock, 2013).

2.2. Gestão de programa

A definição de programa não foi sempre a mesma ao longo do tempo. Quando surgiu a gestão de projectos moderna, entre 1930 e 1950, os conceitos projecto e programa eram utilizados indistintamente (Morris, 1994). Com o evoluir da gestão de projectos, o conceito de programa foi-se especificando havendo, no entanto, diversas aproximações ao termo (Artto et al., 2009).

Segundo o PMI, um programa é um grupo de projectos relacionados, geridos de forma coordenada, para obter benefícios e controlo não possíveis se fossem geridos individualmente (Project Management Institute, 2006b). O benefício resultante desta agregação de projectos vem do facto de que todos os projectos competem pela utilização de recursos e uma gestão centralizada da alocação de recursos pelos diversos projectos permite melhores resultados em termos globais.

Na mesma linha de raciocínio, um programa é caracterizado pela gestão coordenada e centralizada de um programa de projectos para alcançar os benefícios estratégicos e objectivos do programa (Project Management Institute, 2006b). Este tipo de gestão permite uma optimização/integração de tempo, custo e recursos no desenvolvimento e cumprimento de entregáveis dos vários projectos. O âmbito da gestão de programas é, então, mais alargado e mais focado

na concretização de valor estratégico para a organização, preocupando-se com o planeamento, coordenação e controlo a longo prazo. Os programas tendem a ser numerosos, envolvendo um grande número de projectos paralelos ou sequenciais (Wiley et al., 1998).

2.3. Gestão de portefólio

Enquanto um programa diz respeito a projectos que de alguma forma se encontram correlacionados, também se pode agrupar projectos que não tenham essa relação e, mesmo assim, obter benefícios. Um portefólio de projectos é um conjunto de projectos e/ou programas que são agrupados de modo a facilitar uma gestão eficiente e integrada dos projectos e, assim, convergir para a estratégia de negócio definida.

Os projectos que compõem o portefólio são quantificáveis, isto é, podem ser avaliados, classificados e priorizados (Project Management Institute, 2006a). De outra perspectiva, portefólio pode ser visto como um conjunto de projectos seleccionados de uma “piscina” de projectos que competem entre si pelos recursos (recursos humanos, monetários, de tempo, entre outros) que estão disponíveis para a exploração do portefólio idealizado pela organização, mas que são sempre escassos (Copertari, 2011). Frequentemente as organizações não têm recursos suficientes para explorar todos os projectos identificados, pelo que tem de existir uma avaliação e selecção dos projectos que provoquem um maior impacto positivo para o negócio (Archer & Ghasemzadeh, 1996).

No universo dos projectos que a organização pode escolher para entrarem no seu portefólio, podem existir relações de dependência relevantes (Copertari, 2011):

- Projectos mandatários, que por obrigações com terceiros ou por exigências internas, têm de ser executados;
- Projectos mutuamente exclusivos, na existência de um conjunto de projectos incompatíveis;
- Projectos mutuamente inclusivos, quando a execução de um dado projecto só é possível com a execução de um outro projecto.

Numa organização podem existir vários portefólios de projectos em desenvolvimento, pelo que as tarefas de alocação de recursos e de gestão de portefólios podem ter um elevado nível de complexidade (Petit, 2012).

Neste momento e pelo encadeamento deste capítulo, é crucial definir o que é e como deve ser feita a gestão de portefólio de projectos, na língua anglo-saxónica *Project Portfolio Management* (PPM). O PPM é um modo de gestão centralizada de um ou mais portefólios, incluindo a identificação, priorização, autorização, gestão e controlo/monitorização de projectos, progra-

2. Eficiência na gestão de projectos

mas e outras iniciativas relacionadas, para atingir os objectivos estratégicos definidos pela organização (Project Management Institute, 2006a).

O PPM é, então, um processo de tomada de decisão dinâmico, constituído por três pontos essenciais: i) alocação de recursos, ii) estratégia corporativa e iii) equilíbrio de projectos (Cooper & Edgett, 1997). Na alocação de recursos, a questão principal reside em determinar quais os projectos a que se deve associar investimento, em detrimento de outros. Dentro dos escolhidos, o gestor de portefólio de projectos deve definir quais são os projectos prioritários que devem ser acelerados de modo que sejam concluídos mais rapidamente. A estratégia corporativa prende-se com a contribuição da carteira de projectos escolhida para o alinhamento estratégico da empresa, ou seja, o valor estratégico que é acrescentado. Por último, o portefólio de projectos escolhido deve ser equilibrado; deve ser concretizado através de três funções: risco e retorno, estabilidade e crescimento e projectos de curto e longo termo.

O crescente aumento da competitividade entre as organizações tem orientado os negócios no sentido de se tornarem mais produtivos, isto é, atingir melhores resultados com a utilização de menos recursos ou com custos de investimento menores (Carvalho et al., 2013). Neste ambiente de competitividade global, a sobrevivência das organizações depende, cada vez mais, de fluxos constantes de novos produtos inovadores (Killen et al., 2008). Para isso, as organizações estão a transformar os seus modelos de negócios no sentido de uma diminuição de custos, maior centralização no cliente e restauração da confiança dos seus *stakeholders*. Esta transformação, por ocorrer em paralelo com a complexa actividade normal das organizações, que pode envolver centenas de projectos em diferentes sectores funcionais e geografias, e por implicar profundas alterações no seu funcionamento, pode levar a confusões entre fazer os projectos certos e fazer correctamente os projectos. Nesta envolvente, torna-se fundamental para as organizações dotarem-se de ferramentas que as auxiliem no processo, no sentido de obterem vantagem competitiva nos seus mercados e conseguirem, antes de tudo, escolher os melhores projectos que vão de encontro à estratégia da organização e que criam maior valor para o negócio (Ernst & Young, 2012).

Um PPM eficiente possibilita uma selecção e *ranking* de projectos óptimos e permite às organizações terem uma visão integrada e quantificada dos seus potenciais investimentos e decidir quais os projectos que devem ser já executados/desenvolvidos, quais os que devem ser postos em *standby* e quais os que devem ser eliminados. Permite responder a perguntas importantes na alocação de recursos da organização, tais como quais os projectos que devem ser financiados ou quais os projectos prioritários e que devem ser implementados com maior rapidez (Cooper et al., 2001). Segundo Rozenfeld (2006), citado em Carvalho et al. (2013), o factor principal para a utilização da gestão de portefólio é a possibilidade de atingir maior vantagem competitiva através da correcta selecção e enfoque nos projectos que individualmente têm uma maior contribuição em relação às prioridades estratégicas da organização.

2. Eficiência na gestão de projectos

Na última década, grande parte das organizações têm-se virado para a gestão de projectos, sendo que os projectos são vistos como o principal e mais eficiente condutor no alcance estratégico de uma organização (Artto & Kujala, 2008). Por ser um método de gestão de elevado nível de competência, assume-se como uma competência dinâmica, devido à melhoria que proporciona na flexibilidade da organização e na agilidade e desempenho na gestão dos recursos, fornecendo uma visão completa e provocando um ambiente corporativo mais reactivo. No entanto, para a implementação de uma gestão deste tipo, a organização deve estar preparada e assegurar que a sua competência em gestão de portefólio de projectos está de acordo com as necessidades da organização ao longo do tempo; a sua implementação numa organização que não tenha um nível de maturidade em gestão de projectos adequada pode ter um resultado negativo e contraproducente.

Na evolução das competências que sustentam a implementação do PPM numa organização, podem surgir algumas fragilidades. A mais comum é um débil controlo do processo e/ou um controlo periódico (com um período demasiado grande), o que pode provocar desvios em relação ao previsto demasiado elevados e muito difíceis de corrigir (Killen & Hunt, 2013). Outra área de vulnerabilidade que é susceptível de surgir com esta implementação é a capacidade, ou não, da organização possuir um portefólio equilibrado. Esta característica, no que ao PPM diz respeito, é difícil de atingir, devido à problemática originada pela coexistência de projectos de curta e longa duração, que têm dinâmicas muito próprias e distintas entre si (Matheson et al., 1994). O grau de equilíbrio do portefólio de projectos difere de organização para organização, no entanto, a investigação neste campo revela dois factos importantes. Por um lado, a maioria das organizações admite não ter atingido o seu equilíbrio de portefólio e que nele existem demasiados projectos de curto prazo e incrementais (Killen & Hunt, 2010). Medina et al. (1998) citado em Leite et al. (2012), considera projectos incrementais aqueles que, apesar de não representarem desenvolvimentos extremos num dado processo produtivo, traduzem-se em pequenas, mas significativas, melhorias na eficiência a longo prazo. Por outro lado, existe uma forte correlação entre um bom equilíbrio de portefólio e um elevado desempenho de portefólio (Killen & Hunt, 2013). Estes dois factos indiciam claramente que a tendência das organizações na gestão dos seus portefólios deve ser no sentido de atingir um balanceamento em todas as dimensões indicadas, de modo a tornarem-se mais produtivas.

A situação da existência de um maior número de projectos de curto prazo, em relação ao total de projectos, tem a ver com este tipo de projectos tirarem partido de competências da organização já existentes enquanto projectos de longo prazo tendem a explorar áreas menos desenvolvidas. Assim, a exploração de áreas já estabelecidas tem um retorno e um *feedback* mais rápidos, fornecendo, por vezes, uma sensação ilusória de sustentabilidade e deslocando naturalmente a balança dos projectos nessa direcção (Killen & Hunt, 2013). Esta percepção pode

significar uma barreira, no sentido da organização se dotar de uma estrutura inovadora e sustentável ao longo do tempo.

Os benefícios que um modelo de PPM possibilita a uma organização são evidentes. No entanto, uma implementação errada e pouco balanceada deste tipo de gestão pode ter um impacto negato na dinâmica da organização. A organização deve-se autoavaliar e decidir se, para o seu nível de maturidade na gestão de projectos, a introdução de PPM é a melhor solução para uma gestão dos projectos mais eficiente.

2.4. Eficiência e produtividade

2.4.1. Definições

Eficiência e produtividade são dois conceitos extensivamente utilizados nos últimos trinta anos pela comunidade científica. Muitas vezes os termos são utilizados indistintamente, apesar de não terem exactamente o mesmo significado (Park & Cho, 2011; Sherman & Zhu, 2006). Neste trabalho é feita a distinção entre os dois conceitos.

A produtividade de uma entidade é definida como o rácio entre os *outputs* que são produzidos e os *inputs* que são utilizados e, consequentemente, está focada na eficiência da produção (Sherman & Zhu, 2006). Simbolicamente:

$$Produtividade = \frac{Output}{Input} \quad (2.1)$$

Tradicionalmente, a produtividade refere-se à produtividade total de uma entidade pois, para a sua determinação, todos os factores envolvidos no processo devem ser tidos em conta. Existem, no entanto, outras medidas de produtividade, como por exemplo a produtividade dos empregados numa fábrica ou a produtividade dos combustíveis numa estação de electricidade. Por não contarem com todos os factores envolvidos no processo, estes índices são designados por medidas parciais de produtividade (Coelli et al., 2005).

A produtividade é composta por várias componentes que influenciam, independentemente, a eficiência global de uma entidade: i) eficiência alocativa, ii) eficiência técnica e iii) eficiência de escala (Sherman & Zhu, 2006). Escassos são os modelos de avaliação de eficiência que abordam todos os tipos de eficiência, pelo que é necessário uma definição de cada uma delas, no sentido de, quando neste trabalho a avaliação de eficiência for efectivamente feita, o enquadramento seja o adequado.

Eficiência alocativa presume a utilização do melhor *mix* de *inputs* na produção de *outputs*, ou seja, que os recursos utilizados no processo produtivo sejam utilizados na melhor proporção. Quando existe informação acerca dos custos e preços unitários de todos os *inputs* e *outputs*, e assumindo que se deseja minimizar os custos (ou maximizar os lucros), a eficiência alocativa

2. Eficiência na gestão de projectos

envolve a escolha das melhores proporções de *inputs* que produza uma dada quantidade de *outputs* com custos mínimos (ou lucros máximos) (Coelli et al., 2005).

A eficiência técnica avalia o grau de capacidade com que uma determinada entidade (país, indústria, organização), através de um certo processo, utiliza recursos e os transforma num resultado ou produto final, ou seja, a capacidade que uma entidade tem em maximizar o *output* através da utilização de um conjunto de *inputs* e de tecnologia (Farrell, 1957; Kalirajan & Shand, 1999; Park & Cho, 2011).

A eficiência de escala é a componente que avalia se o processo produtivo de uma entidade se encontra com um volume de actividade óptimo, isto é, a aptidão que uma entidade tem em escolher o tamanho operacional em que deve actuar (Kumar & Gulati, 2008). Este tipo de eficiência tem a sua base no conceito de economia de escala, conceito proveniente da economia clássica. Fornece informações importantes sobre o tamanho óptimo de uma determinada entidade (em termos de *inputs* e *outputs*) e pode ser utilizada para decidir o modo como uma entidade tecnicamente eficiente pode melhorar a sua eficiência alterando a escala de rendimento em que opera (Soleimani-damaneh, 2012).

Os métodos utilizados para medir a eficiência de uma entidade baseiam-se na comparação do desempenho observado e do desempenho estimado como óptimo, designado por fronteira de produtividade (também é utilizada a designação fronteira de eficiência (Banker et al., 1984; Cooper et al., 2011)), resultando numa diferença de valor entre o observado e o estimado como óptimo. A fronteira de produtividade pode ser definida através de valores empíricos ou teoricamente (Farrell, 1957). Para melhor se compreender a diferença entre produtividade e eficiência, apresenta-se a representação de uma fronteira de produtividade P' de um determinado processo, no qual um único *input* x origina um único *output* y e a relação entre o *input* e o *output* das entidades A, B e C (figura 2.3).

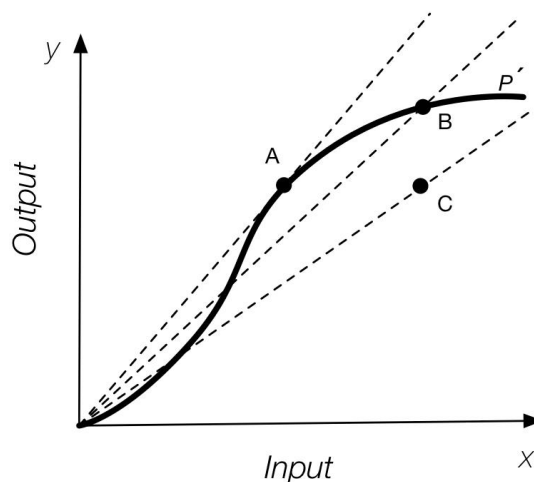


Figura 2.3 – Fronteira de produtividade

Adaptado de: Coelli et al. (2005)

2. Eficiência na gestão de projectos

Na figura 2.3 pode-se observar a fronteira de produtividade para o processo (P'), que representa a relação entre o *input* (x) e o *output* (y). Qualquer entidade que esteja localizada na fronteira de produtividade é considerada tecnicamente eficiente, pelo que a fronteira indica o valor máximo de *output* que é possível obter, para um dado valor de *input* (Kumar & Gulati, 2008). Nesta lógica, as entidades A e B são tecnicamente eficientes. Por outro lado, uma entidade fora da fronteira de produtividade é tecnicamente ineficiente uma vez que, para a quantidade de *input* que está a utilizar, é possível produzir mais *output*.

O valor para a produtividade de qualquer entidade neste processo é dado pelo quociente entre y e x , ou seja, pelo declive da recta que passa na origem e no ponto onde está situada a entidade no gráfico. A entidade C para se tornar mais produtiva, pode adaptar a sua produção de maneira a deslocar-se para a posição da entidade B (maior declive). A entidade B, apesar de ser tecnicamente eficiente, pode-se tornar mais produtiva, se tiver um comportamento produtivo igual à entidade A. Esta entidade tem a maior produtividade possível para este processo, pois é a única entidade cuja recta a partir da origem para este ponto define uma tangente à fronteira de produtividade; é a posição que representa a escala óptima de produção e, por isso, a entidade A é eficiente em escala.

O objectivo deste trabalho é a avaliação da eficiência técnica de um determinado processo. No entanto, na presença de informação sobre os custos e preços dos *inputs* e *outputs*, pode-se determinar, como já referido, a eficiência alocativa. A combinação da eficiência técnica com a eficiência alocativa resultada na eficiência global de um processo executado por uma entidade, designada por eficiência económica (Brissimis et al., 2010). Matematicamente:

$$Ef. económica = Ef. técnica \times Ef. alocativa \quad (2.2)$$

A eficiência técnica pode ainda ser decomposta em duas componentes, mutuamente exclusivas e não aditivas: eficiência puramente técnica e eficiência de escala. A eficiência puramente técnica reflecte apenas o desempenho da gestão na conversão de *inputs* em *outputs*. O quociente entre a eficiência técnica e a eficiência puramente técnica resulta na eficiência de escala.

$$Ef. escala = \frac{Ef. técnica}{Ef. puramente técnica} \quad (2.3)$$

Por vezes é interessante medir os *outputs* quando se faz variar simultaneamente todos os *inputs*, explorando as economias de escala de um processo. Se um aumento proporcional de todos os *inputs* resultar num aumento menor dos *outputs* (por exemplo, o dobro dos *inputs* resulta numa variação menor do que o dobro dos *outputs*) então diz-se que a fronteira de produtividade exhibe um rendimento à escala decrescente (DRS), na posição em que a entidade está naquele momento a operar. Se um aumento proporcional dos *inputs* resultar numa mesma variação dos *outputs*, a fronteira de produtividade exhibe rendimento à escala constante

(CRS). Por último, se um aumento proporcional nos *inputs* leva a um aumento nos *outputs* maior que a proporção, então o rendimento à escala é crescente (IRS) (Coelli et al., 2005). Uma organização que converte recursos em resultados através de n replicações ($n=1,...,k$) de um certo processo tem um rendimento à escala constante se para cada valor de n uma variação proporcional dos *inputs* resulta numa variação da mesma ordem dos *outputs*.

Segundo Golany & Yu (1997), existem cinco formas que permitem a melhoria da produtividade, nomeadamente:

- Produzir os mesmos *outputs* consumindo menos *inputs*;
- Produzir mais *outputs* sem alterar o nível de *inputs* usado;
- Produzir mais *outputs* consumindo menos *inputs*;
- Aumentar os *outputs* e os *inputs*, sendo a variação nos *outputs* superior à variação nos *inputs*;
- Reduzir os *outputs* e os *inputs*, sendo a variação nos *outputs* inferior à variação nos *inputs*.

As três primeiras formas de melhoria têm a ver directamente com um aumento da eficiência técnica, pois todas elas resultam num maior rácio entre os resultados (*outputs*) e os recursos (*inputs*). As últimas duas têm a ver com melhorias na eficiência de escala, ou seja, a organização operar numa maior ou menor escala resultando, ainda assim, numa maior eficiência.

2.4.2. Modelos para medir a eficiência técnica

Segundo Park & Cho (2011), a investigação científica no que diz respeito aos métodos de avaliação de eficiência incidem sobretudo em dois tipos de aproximação: uma aproximação paramétrica baseada em regressão linear e outra não paramétrica. Estas aproximações são métodos de estimação das funções de fronteira e de medição da eficiência de entidades em relação à fronteira estimada (Coelli et al., 2005).

A aproximação paramétrica, por convenção, baseia-se numa função de produção que é estimada através da especificação paramétrica da função sendo depois ajustada aos dados observados através da minimização da sua distância à função estimada (Banker & Maindiratta, 1988). O método designado *Stochastic Frontier Analysis* (SFA), desenvolvido por Aigner et al. (1977) e Meeusen & van den Broeck (1977), em dois artigos independentes e com um mês de diferença na publicação, é o que tem maior utilização científica (Kumbhakar & Lovell, 2003).

O método SFA permite estimar um nível máximo de *output* para a entidade em análise, com base no conjunto de *inputs* que esta consome definindo-se, dessa maneira, uma fronteira de produtividade óptima. A diferença entre este *output* máximo estimado e o *output* observado é

designada por ineficiência técnica. A especificação geral da fronteira de produtividade é dada pela equação seguinte (Carroll et al., 2010):

$$\ln Y_{it} = \ln X_{it} \beta + (v_{it} - u_{it}), \quad (2.4)$$

onde Y_{it} representa o *output* real para a entidade i no período de tempo t , X_{it} é o vector dos *inputs* utilizados pela entidade i no período t , β é o vector de coeficientes do modelo e o termo $(v_{it} - u_{it})$ representa o erro associado à estimativa. Para este termo do erro, v_{it} representa o erro aleatório (assumido independente e identicamente distribuído) e u_{it} a ineficiência técnica.

A necessidade de definir uma função para a fronteira de produtividade, bem como a condição de unicidade de *output* que o método SFA tem, impossibilita a aplicação deste modelo neste trabalho onde são utilizados vários *outputs*, o que implicaria uma definição da função de fronteira muito complexa (Odeck, 2007).

De entre os métodos com aproximação não paramétrica, destaca-se o método *Data Envelopment Analysis* (DEA), que é o suporte para a análise que se vai fazer neste trabalho. Este método de análise tem como objectivo medir eficiências relativas de um conjunto de entidades que convertem quantidades variáveis dos mesmos recursos (*inputs*) em quantidades variáveis dos mesmos *outputs*, definindo uma aproximação para a identificação das melhores práticas dentro do conjunto analisado (Cook et al., 2010). Esta análise não necessita da especificação teórica de uma função para a fronteira de produtividade. O método baseia-se em dados de *inputs* e *outputs* observados de um determinado conjunto de entidades para formular a fronteira de produtividade (Cooper & Tone, 1997; Sengupta, 1999). Além disso, o método DEA optimiza cada observação realizada, em vez de otimizar a média de todas as observações como é feito habitualmente nos métodos de regressão estatística e como é o caso do método SFA (Cooper & Ray, 2008).

A grande vantagem do método DEA é a sua capacidade em analisar eficiências quando existem múltiplos *inputs* e múltiplos *outputs*. Desde os primeiros estudos de Farrel (1957) sobre a eficiência e a produtividade, que serviram de ponto de partida para o desenvolvimento do método DEA, que este autor identificou que a maior falha nas medidas de eficiência era a deficiente combinação de vários *inputs* e *outputs* para a obtenção de uma eficiência genérica (Cook & Seiford, 2009).

2.5. *Data Envelopment Analysis*

2.5.1. Enquadramento

Data Envelopment Analysis (DEA) é um método de análise não paramétrico, baseado em programação linear, utilizado na análise de eficiência técnica relativa de várias unidades observá-

2. Eficiência na gestão de projectos

veis de tomada de decisão (DMUs) desenvolvido por Charnes et al. (1978). A definição de DMU é flexível e abrangente, podendo ser qualquer organização ou entidade que converte *inputs* em *outputs*. Desde a criação do método DEA que várias extensões têm sido desenvolvidas, dotadas de características distintas e adaptáveis a vários cenários de análise. Na literatura científica existem numerosas aplicações do método DEA com DMUs totalmente distintas (Cooper et al., 2011), tais como:

- Hospitais;
- Aviões da força aérea americana;
- Universidades e escolas;
- Bancos e sucursais;
- Países e cidades;
- Tribunais;
- Organizações com fins não lucrativos;
- Departamentos de organizações;
- Organizações privadas.

Desde a sua introdução, o método DEA foi alvo de estudo e a sua utilização tem tido um rápido e contínuo crescimento. Dada a importância desta análise no campo da eficiência, durante mais de 30 anos foram publicados milhares de artigos científicos, havendo um enfoque razoável na aplicação do método DEA no sector público, privado e associações sem fins lucrativos (Emrouznejad et al., 2008; Huang et al., 2005). Entre 1978 e 1997, o crescimento de artigos científicos sobre o método DEA foi exponencial, estabilizando entre 1997 e 1999, na ordem das 410 publicações por ano (Tavares, 2002).

A aplicação da DEA não tem sido uniforme ao longo do tempo. Segundo Liu et al. (2013) durante os primeiros 20 anos após a sua criação, a incidência da literatura científica foi para artigos puramente metodológicos e, depois desta fase, o foco alterou-se para a publicação de inúmeros artigos sobre a aplicação da DEA em casos de estudo. A aplicação da DEA evidencia-se de forma mais acentuada em cinco tipos de indústria: banca, saúde, agricultura, transportes e educação. Os mesmos autores concluem que, neste momento, existe tendência para um elevado crescimento da aplicação da DEA nas áreas da energia, ambiente e sector financeiro.

Num estudo sobre a evolução do método DEA, Seiford (1996) considerou doze as aplicações mais inovadoras, até 1995. É de destacar duas delas: avaliação de programa/projectos de educação e o efeito de ambientes regulados e reformas governamentais.

Os modelos da DEA mais comuns são determinísticos e têm como função principal a avaliação de eficiência técnica de várias unidades em que não são considerados os dados relativos aos custos. No entanto, têm sido feitas muitas tentativas para complementar os modelos originais para incorporar outras características, tal como, estocacidade de dados, avaliações de eficiências alocativas (quando existem dados sobre os custos unitários), entre outros (Park & Cho, 2011). Algumas foram concretizadas.

2.5.2. Caracterização da DEA

2.5.2.1. Pressupostos

Para assegurar o rigor da análise realizada com base no método DEA, existem algumas restrições na montagem do modelo e que devem ser respeitadas. Segundo Cooper et al. (2006) a selecção das DMUs na aplicação da DEA deve ter em atenção o seguinte:

- Existência de dados numéricos para cada *input* e *output* considerado, sendo esses dados positivos para todas as DMUs;
- Os *inputs*, *outputs* e DMUs escolhidos devem reflectir o interesse do gestor nos aspectos que entrarão nas avaliações relativas das DMUs;

É necessário, também, que a amostra de DMUs seja homogénea, ou seja, que as entidades sejam comparadas no exercício de execução do mesmo processo (ou semelhante). Um processo é homogéneo se, para as várias entidades que o executam, o tipo de *inputs* e de *outputs* é o mesmo. O modelo terá resultados distorcidos se este pressuposto não for satisfeito, uma vez que este assume que as entidades estão a ser comparadas na execução de um mesmo processo (Cooper et al., 2011).

2.5.2.2. Vantagens

A principal característica deste modelo de análise é a possibilidade de medir valores de eficiência para várias DMUs, tendo em conta múltiplos *inputs* e *outputs* (Zhen et al., 2008).

O método é não paramétrico, pelo que não necessita da modelação *a priori* de uma função que defina a fronteira de produtividade. Este facto é muito importante por duas razões: i) a inexistência de uma barreira inicial na modelação do problema e, adicionalmente, ii) a elevada probabilidade da função que descreve a fronteira de produtividade nos modelos paramétricos não ser definida correctamente, pelo que são obtidos resultados catastróficos (Cho & Kim, 2012).

Outro aspecto positivo do método DEA é a não obrigatoriedade da definição *a priori* das ponderações ou contribuições unitárias dos *inputs* e *outputs* para o cálculo da eficiência de uma entidade. A definição destas contribuições é subjectiva e o seu cálculo muito complexo, pelo que a possibilidade de não ter de o fazer constitui uma vantagem relevante num vasto número

de casos (Cooper et al., 2007). Adicionalmente, o facto de esta análise não necessitar de um elevado número de pressupostos significa que é possível adaptá-la a inúmeras situações. A sua adaptabilidade é maior ainda por não obrigar a que as variáveis de *input* e de *output* estejam expressas nas mesmas unidades de medida.

O método DEA compara entidades em termos de eficiência num dado processo e para uma entidade considerada ineficiente identifica as fontes de ineficiência e as entidades a que se deve aproximar o seu nível de operação para que se desloque para a fronteira da produtividade (tornando-se, também ela, uma entidade eficiente). Assim, do ponto de vista da gestão organizacional, o método DEA também é um instrumento de *benchmarking* apresentando, após a sua análise, o conjunto de boas práticas padrão que deve ser seguido por todas as entidades, com o objectivo de se tornarem eficientes (Sherman & Zhu, 2006).

2.5.2.3. Desvantagens

A principal desvantagem do método DEA é dar como resultado um considerável número de DMUs eficientes. Quanto menor é o número de DMUs em análise comparativamente com o número de *inputs* e *outputs*, mais provável é esta situação ocorrer (Shetty & Pakkala, 2010). Por isso, é aconselhável que o número de variáveis do modelo respeite alguns critérios: o número de entidades em estudo deve ser superior ao dobro do produto entre o número de *inputs* e o número de *outputs* ou superior ao triplo da soma entre o número de *inputs* e de *outputs* (Cooper et al., 2011). Adicionalmente, à medida que são introduzidas mais variáveis no modelo, o número de entidades na fronteira de produtividade aumenta, pelo que é fundamental a análise de sensibilidade às pontuações das eficiências resultantes (Giannakis et al., 2005).

A DEA é um método de comparação de entidades, pelo que os seus resultados são relativos a um dado conjunto. Entidades que são dadas como eficientes pelo método DEA, são-no relativamente às outras entidades com as quais estão a ser comparadas. Assim sendo, a DEA demonstra-se incapaz de indicar o caminho às entidades consideradas eficientes para poderem continuar a melhorar a sua eficiência (Sherman & Zhu, 2006).

2.5.3. Modelos tradicionais

Desde a introdução do modelo original da DEA e das suas vantagens que têm sido feitos desenvolvimentos e têm sido criados vários modelos avançados da DEA, cada um com as suas características próprias. Os modelos DEA existentes podem-se subdividir em dois grupos: modelos com aproximação radial e não radial. A diferença entre estes dois grupos reside na caracterização dos objectos constituintes dos *inputs* e *outputs* respectivos. Nos modelos radiais, estes objectos estão sujeitos a variações proporcionais, enquanto que nos modelos não radiais são sujeitos a variações não proporcionais (Cooper et al., 2007). De entre os modelos radiais,

aqueles que vão ser alvo de um estudo mais aprofundado neste trabalho são o modelo CCR (Charnes, Cooper, Rhodes) e o modelo BCC (Banker, Charnes, Cooper) devido ao enquadramento com o caso de estudo. Por terem relevância para o tema outros desenvolvimentos no âmbito da DEA serão abordados, mas de modo mais superficial.

É importante referir que os dois modelos que se apresentam de seguida têm duas orientações no que respeita a melhorar a eficiência: orientação para o *input* e orientação para o *output*. Na orientação para o *input*, o aumento da eficiência é conseguido através da diminuição da quantidade de recursos, mantendo o mesmo nível de *outputs*. Por outro lado, na orientação para o *output*, o aumento da eficiência resulta de um aumento dos *outputs*, mantendo os mesmos níveis de *inputs* (Umanath & Rajasekar, 2013). É importante referir que qualquer uma das duas orientações produzirá, por via da DEA, a mesma fronteira de produtividade. A diferença real consiste na adopção de diferentes medidas, em relação às DMUs ineficientes, consoante o tipo de orientação (Coelli et al., 2005). Na óptica deste trabalho, utilizar-se-á o modelo DEA com orientação para o *input* uma vez que, neste caso de estudo em particular, a gestão tem um maior nível de controlo dos recursos a utilizar. Adicionalmente, é aconselhável a utilização desta orientação em organizações de distribuição de electricidade, que é o caso deste trabalho, uma vez que a procura por serviços de distribuição ultrapassa o controlo da própria organização e tem de ser sempre satisfeita (Giannakis et al., 2005). No entanto, para os dois modelos da DEA com orientação para o *input* apresentados de seguida, existem modelos correspondentes com orientação para o *output* que podem ser consultados no anexo I.

Outro aspecto relevante interligado com as variações dos *inputs* e *outputs* na DEA é o conceito económico de rendimento à escala, residindo nesse conceito diferença entre os modelos CCR e BCC. Essa diferença será abordada nos pontos seguintes.

2.5.3.1. Modelo CCR

O modelo CCR é o modelo mais básico de entre os modelos DEA e foi proposto inicialmente por Charnes, Cooper e Rhodes, em 1978. O modelo é também conhecido por *Constant Returns to Scale* (CRS), pois considera que as variações dos rendimentos à escala são constantes. Neste modelo, a eficiência de uma DMU é representada pelo rácio entre a soma ponderada dos *outputs* e a soma ponderada dos *inputs*, significando a generalização da medição de eficiência proposta por Farrell (1957). Assim, os *inputs* e *outputs* ponderados dão origem aos *inputs* e *outputs* virtuais. A ponderação dos *inputs* e *outputs* é dada por v_i e u_r , respectivamente, que estão associados a cada um dos i *inputs* ($i = 1, \dots, m$) e a cada um dos r *outputs* ($r = 1, \dots, s$) (Cooper et al., 2011).

$$\text{Input virtual} = v_1 x_{1o} + \dots + v_m x_{mo}$$

$$\text{Output virtual} = u_1 y_{1o} + \dots + u_s y_{so}$$

2. Eficiência na gestão de projectos

Aplicando os *inputs* e *outputs* virtuais à definição tradicional da eficiência obtém-se o rácio que se pretende maximizar (equação 2.5).

$$\frac{\text{Output virtual}}{\text{Input virtual}} \quad (2.5)$$

Considere-se que se pretende avaliar a capacidade de n DMUs ($n = 1, \dots, j$) em converter quantidades variáveis de m *inputs* em s *outputs*. A DMU_j consome uma quantidade x_{ij} do *input* i para produzir uma quantidade y_{rj} do *output* r . O modelo assume que as quantidades de *input* e *output* são sempre não negativas e que cada DMU tem pelo menos um *input* positivo e um *output* positivo. Aplicando o conceito de rácio entre *output* virtual e *input* virtual como medida de eficiência à DMU_j=DMU_o que se quer avaliar, resulta na formulação da função objectivo que se pretende maximizar (Cooper et al., 2011). Matematicamente a função objectivo está representada pela equação 2.6.

$$\text{Max } h_o(u, v) = \frac{\sum_r u_r y_{ro}}{\sum_i v_i x_{io}} \quad (2.6)$$

sujeito a:

$$\begin{aligned} \frac{\sum_r u_r y_{rj}}{\sum_i v_i x_{ij}} &\leq 1 \\ u_r, v_i &\geq 0; \\ j &= 1, \dots, n; \\ i &= 1, \dots, m; \\ r &= 1, \dots, s. \end{aligned}$$

Este problema é então a generalização da medida de eficiência tradicional, caracterizada pelo rácio entre um *input* e *output*, não obrigando, por isso à definição das ponderações. A solução envolve a determinação das ponderações (u_r, v_i) que maximizam a eficiência da DMU_o, impondo que esta eficiência seja menor ou igual a 1. O problema descrito é de programação fraccionada e, por isso, produz um número infinito de soluções, sendo necessário transformá-lo no problema de programação linear da equação 2.7 (Cooper et al., 2011):

$$\text{Max } z = \sum_{r=1}^s \mu_r y_{ro} \quad (2.7)$$

sujeito a:

2. Eficiência na gestão de projectos

$$\begin{aligned} \sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} &\leq 0 \\ \sum_{i=1}^m v_i x_{io} &= 1 \\ \mu_r, v_i &\geq \varepsilon > 0 \end{aligned}$$

O modelo definido pela equação 2.7 é designado por modelo primal e deve ser aplicado uma vez para cada uma das n DMUs que se pretende avaliar. A solução para cada um desses problemas será o conjunto (μ_r^*, v_i^*) das ponderações que mais favorece a obtenção de eficiência óptima z^* . Assim, μ_r^* é o peso óptimo associado ao *output* r e v_i^* é o peso óptimo associado ao *input* i . Como a soma dos *inputs* ponderados da DMU_o tem de ser igual a 1 (restrição), então as ponderações variam entre 0 e 1, permitindo observar a importância relativa de cada *input* na obtenção da eficiência máxima. A mesma situação acontece para as ponderações dos *outputs*, permitindo não só verificar quais as variáveis que contribuem para a eficiência da DMU, bem como a sua importância (Cooper et al., 2007).

De notar que o próprio modelo determina quais as ponderações que maximizam a eficiência de cada DMU, em vez de serem determinadas *a priori* segundo outras técnicas. Assim, as ponderações podem não corresponder à contribuição real de um determinado *input* ou *output* na eficiência. No entanto, a eficiência obtida para uma DMU pelo modelo primal é a melhor que lhe é possível atribuir. Isto garante que, quaisquer que sejam as ponderações determinadas pelo modelo, são as ponderações que permitem a melhor eficiência da DMU avaliada, pelo que a eficiência real só pode ser menor ou igual ao valor determinado pelo modelo. Assim, entidades cuja eficiência não seja total, são entidades efectivamente ineficientes (Cooper et al., 2011).

Usando a propriedade da dualidade da programação linear, o modelo primal pode ser reformulado no modelo dual, representado pela equação 2.8 (Cooper et al., 2011):

$$\theta^* = \min \theta \quad (2.8)$$

sujeito a:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j &\leq \theta x_{io} \\ \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j &\geq y_{ro} \\ \lambda_j &\geq 0 \end{aligned}$$

O modelo dual pode ainda ser reformulado, introduzindo no modelo as variáveis de folga s_i^- e s_r^+ de modo a converter as inequações em equações equivalentes (Cooper et al., 2011). A fol-

ga s_i^- (s_r^+), caso seja não nula, representa a quantidade de *input* i (*output* r) que é necessário reduzir (aumentar) para que a entidade se torne totalmente eficiente, após todas as reduções (aumentos) proporcionais necessários terem sido feitos. Matematicamente a função objectivo é descrita pela equação 2.9.

$$\min \theta - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right) \quad (2.9)$$

sujeito a:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- &= \theta^* x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ &= y_{ro} \quad j = 1, 2, \dots, s \\ \lambda_j, s_i^-, s_r^+ &\geq 0 \quad \forall_{i,j,r} \end{aligned}$$

O modelo descrito pela equação 2.9 é designado como *envelopment model* ou modelo dual e é esta versão do modelo CCR que é mais utilizada, por envolver menos restrições que o modelo primal (Coelli et al., 2005). O modelo é executado em duas fases consecutivas. Na primeira fase, é resolvido o modelo descrito pela equação 2.8, onde é feita a minimização de θ . Pelas propriedades da dualidade, θ^* é igual ao valor objectivo óptimo obtido pelo modelo primal e define a eficiência da DMU que está a ser analisada. Este valor de θ^* é então incorporado na segunda fase do modelo. Nesta, considerando θ igual ao determinado na primeira fase (θ^*), maximizam-se as folgas s_i^- e s_r^+ . Desta forma, o objectivo é encontrar uma solução que maximize a soma dos excessos nos *inputs* e dos défices nos *outputs* mantendo $\theta = \theta^*$ (Cooper et al., 2007). De acordo com as aplicações da DEA estudadas, neste trabalho utilizar-se-á o *envelopment model*.

2.5.3.2. Observações sobre o modelo CCR

Resta descrever que resultados o modelo apresenta e a sua interpretação. O modelo CCR apresentado tem como objectivo determinar a eficiência relativa das várias DMUs constituintes de um conjunto.

Com o modelo dual (equação 2.9), o objectivo é determinar a eficiência através da minimização de θ , em que a soma ponderada dos *inputs* de qualquer outra DMU é inferior ou igual aos *inputs* utilizados pela DMU avaliada e a soma ponderada dos *outputs* de qualquer outra DMU é igual ou superior aos *outputs* utilizados pela DMU avaliada. Como neste modelo os rendimentos à escala são constantes, cada DMU é comparada com uma DMU virtual que é determinada através de uma combinação linear de todas as DMUs do conjunto. Esta DMU virtual não é mais

2. Eficiência na gestão de projectos

do que a projecção da DMU em análise na fronteira de produtividade. Como este modelo é radial, esta projecção será conseguida pela diminuição proporcional nos *inputs* (orientação para o *input*) ou pelo aumento proporcional dos *outputs* (orientação para o *output*). Nesta combinação linear, a ponderação da DMU_j é λ_j , que determina a contribuição que cada DMU tem na projecção da DMU virtual. Assim, na solução do problema, os valores de λ_j não negativos permitem identificar o conjunto de DMUs que serve de comparação para a DMU em avaliação. Este conjunto é designado por *efficiency reference set* (ERS) ou conjunto de referência de eficiência, o qual pode ser utilizado como uma poderosa ferramenta de *benchmarking* e de comparação objectiva entre entidades (Sherman & Zhu, 2006).

A caracterização de uma DMU_o, de acordo com os resultados da aplicação do modelo dual (equação 2.9) é feita do seguinte modo (Cooper et al., 2011):

1. DMU_o é eficiente se $\theta^* = 1$ e $s_i^{-*} = s_r^{+*} = 0$;
2. DMU_o é ineficiente se $\theta^* = 1$ e $s_i^{-*} \neq 0$ e/ou $s_r^{+*} \neq 0$;
3. DMU_o é ineficiente se $\theta^* < 1$.

As classificações 1 e 3 explicam-se por si mesmo. Efectivamente, uma entidade eficiente tem uma eficiência unitária e as folgas nos seus *inputs* e *outputs* são nulas, pois não é necessário variar estes parâmetros para que a DMU seja mais eficiente; por outro lado, uma DMU com uma eficiência inferior à unidade é, necessariamente, menos eficiente do que as DMUs que estão na fronteira de produtividade. A classificação 2 é um caso particular de uma DMU cuja eficiência é unitária, logo pertencente à fronteira de produtividade. No entanto, as suas folgas são não nulas, o que indica que podem ser feitas variações não proporcionais nos seus *inputs* e *outputs* para ser eficiente. Segundo Cooper et al. (2011), estas DMUs têm eficiência fraca, uma vez que, apesar de $\theta^* = 1$, têm margem para melhorar o seu desempenho. As variações correspondentes às folgas apresentadas resultam na deslocação da DMU ao longo da fronteira de produtividade para uma posição já ocupada por uma outra DMU eficiente e que pertence necessariamente ao conjunto de referência desta entidade que está a ser analisada (Sherman & Zhu, 2006).

A DEA, além dos resultados acima descritos, apresenta ainda medidas quantitativas a desenvolver no sentido de tornar eficientes as DMUs ineficientes. Essas medidas têm como objectivo reduzir *inputs* e/ou aumentar *outputs* até atingirem determinados valores que permitam obter uma eficiência unitária. A formulação matemática para esses valores meta é apresentada na equação 2.10 (Banker et al., 2011).

$$\begin{aligned} (\text{inputs}) \quad \hat{x}_{io} &= \theta^* x_{io} - s_i^- \\ (\text{outputs}) \quad \hat{y}_{ro} &= y_{ro} + s_r^+ \end{aligned} \tag{2.10}$$

2. Eficiência na gestão de projectos

Na tabela 2.1 apresenta-se um resumo da formulação do *envelopment model* bem como os resultados que este modelo fornece.

Tabela 2.1 – Resumo do *envelopment model*

$\min \theta - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$	
Sujeito a:	
Envelopment model	$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = \theta^* x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m$ $\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{ro} \quad j = 1, 2, \dots, s$ $\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad \forall_{i,j,r}$
Eficiência da DMU _j	θ^*
Folgas nos <i>inputs</i> e <i>outputs</i>	<i>inputs</i> i : s_i^- <i>outputs</i> r : s_r^+
Contribuição da DMU _j no <i>benchmarking</i>	λ_j
Valores meta para os <i>inputs</i> e <i>outputs</i>	<i>inputs</i> : $\hat{x}_{io} = \theta^* x_{io} - s_i^-$ <i>outputs</i> : $\hat{y}_{ro} = y_{ro} - s_r^+$

De seguida introduz-se o modelo BCC, que é uma evolução do modelo CCR, que permite a aplicação da DEA a casos específicos que exibam rendimentos à escala variáveis.

2.5.3.3. Modelo BCC

O modelo BCC foi desenvolvido por Banker, Charnes e Cooper (1984), com base no modelo CCR, e resulta do relaxamento da condição de rendimentos constantes à escala, imposta no modelo CCR. É também conhecido por *Variable Returns to Scale Model* (VRS), pelo relaxamento que o acompanha. O conceito de rendimentos à escala foi originalmente definido para situações com um único *output*. Com a extensão do conceito a situações de múltiplos *outputs*, em particular à DEA, nos trabalhos de Banker (1984), Banker et al (1984) e Banker & Thrall (1992) surgiu o modelo BCC. Apresenta-se este modelo com a orientação para o *input*, tal como o modelo CCR.

O modelo dual BCC resulta da introdução da restrição $\lambda_j = 1$ ao modelo dual CCR, permitindo a execução de avaliações de rendimentos à escala (crescentes, constantes ou decrescentes). Simbolicamente, o modelo é apresentado na equação 2.11 (Banker et al., 2011):

$$\min \theta - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right) \quad (2.11)$$

sujeito a:

$$\theta^* x_{io} = \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$y_{ro} = \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ \quad j = 1, 2, \dots, s$$

$$1 = \sum_{j=1}^n \lambda_j$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad \forall i, j, r$$

No modelo CCR as DMUs são eficientes em escala porque os rendimentos à escala são constantes, mas no modelo BCC as DMUs não têm de ser eficientes em escala, pelo que permite rendimentos à escala variáveis. Na prática, com esta alteração o conjunto de referência da DMU_o vai ser constituído por entidades que operam à mesma escala que esta DMU, mas de modo mais eficiente, ou seja, as entidades eficientes que servem de comparação para a entidade avaliada são apenas as entidades eficientes com dimensão semelhante. No modelo CCR, devido a serem constantes os rendimentos à escala, a comparação é feita com todas as entidades que integram a análise. De modo a descrever a diferença entre os modelos CCR e BCC, construiu-se um gráfico de uma situação com cinco DMUs (A, B, C, D e E), em que existe um único *input* x e um único *output* y .

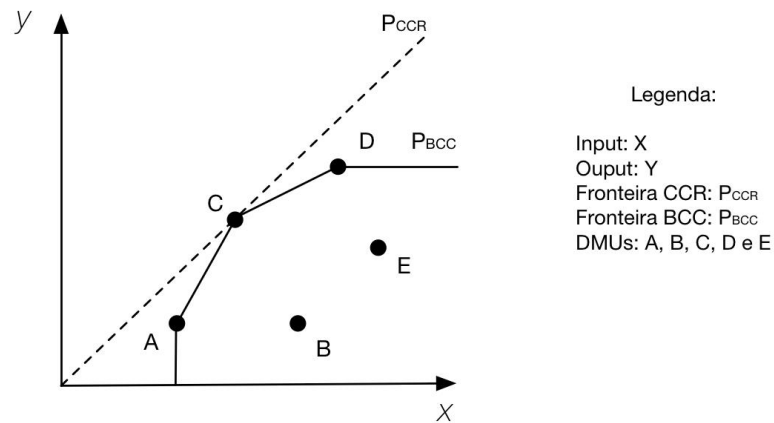


Figura 2.4 – Rendimento à escala nos modelos CCR e BCC

Na figura 2.4 estão representadas as fronteiras que se obtém a partir dos modelos CCR e BCC; a fronteira de produtividade com linha tracejada é a que corresponde à obtida pela aplicação do modelo CCR e a fronteira com linha contínua corresponde à aplicação do modelo BCC. Com

o modelo CCR, em que não são permitidas variações nos rendimentos à escala, só a entidade C é eficiente. Com o modelo BBC, porque permite variações nos rendimentos à escala, uma DMU é eficiente, mesmo que não opere à melhor escala possível. Neste exemplo, A, C e D são eficientes mas apenas C está a operar à melhor escala possível (e, por isso, pertence à fronteira CCR).

Tal como no modelo CCR, a avaliação de uma DMU_j é feita comparativamente com uma DMU virtual, que consiste na projecção da DMU_j sobre a fronteira de produtividade. No entanto, no modelo BCC a DMU virtual é uma combinação convexa de DMUs eficientes (e não uma combinação linear como no modelo CCR).

2.5.3.4. Observações sobre o modelo BCC

A formulação do modelo BCC é muito semelhante à do modelo CCR. No entanto, pelo relaxamento da restrição de rendimentos à escala constantes, existem observações relevantes quanto à solução que este modelo apresenta.

A caracterização das DMUs continua a ser função da eficiência obtida e das folgas nas variáveis de *inputs* e de *output* das DMUs, tal como no modelo CCR:

1. DMU_o é eficiente se $\theta^* = 1$ e $s_i^{-*} = s_r^{+*} = 0$;
2. DMU_o é ineficiente se $\theta^* = 1$ e $s_i^{-*} \neq 0$ e/ou $s_r^{+*} \neq 0$;
3. DMU_o é ineficiente se $\theta^* < 1$.

As folgas das variáveis fornecem uma medida de distância (radial) da DMU em relação à posição onde esta deveria estar a operar de modo a ser eficiente. Tal como no modelo CCR, também o modelo BCC apresenta valores meta para as variáveis de análise.

$$\begin{aligned} (inputs) \quad \hat{x}_{io} &= \theta^* x_{io} - s_i^- \\ (outputs) \quad \hat{y}_{ro} &= y_{ro} + s_r^+ \end{aligned} \tag{2.12}$$

Como se pode verificar, os resultados que o modelo BCC apresenta são os mesmos que o modelo CCR. De facto, a única diferença reside no modo como o modelo BCC compara as entidades, não permitindo que DMUs com escalas de operação distintas sejam comparáveis.

2.6. Outros modelos da DEA

O método de análise DEA engloba diversos modelos, cada um com as suas características. A maior parte destes modelos são extensões dos modelos originais CCR e BCC, complementados matematicamente para incluir propriedades específicas e poderem ser aplicados noutras situações. Os modelos DEA dividem-se em dois grupos principais: modelos radiais e modelos não radiais. Nos modelos radiais, a eficiência de uma entidade é conseguida através de reduções proporcionais nos *inputs*, mantendo os níveis de *outputs* (na orientação para o *input*); caso

não seja suficiente estas alterações, então a entidade terá folgas não nulas, traduzindo as quantidades de *inputs* que são utilizadas em excesso, em relação à proporção. Os modelos radiais mais utilizados são os modelos CCR e BCC. Dentro deste grupo existem várias extensões, das quais se destacam o modelo de variáveis não controláveis, o modelo de variáveis categóricas, o modelo com restrições nos pesos e o modelo *Window Analysis* (Cooper et al., 2011). De seguida resumem-se estes modelos, indicando em que situações a sua aplicação é adequada.

O modelo de variáveis não controláveis é adequado a situações em que existam variáveis (*inputs* e/ou *outputs*) que não sejam controláveis pela gestão e que não possam ser variados segundo a sua descrição. Estas variáveis são designadas não discricionárias, ou seja, são variáveis que adoptam valores fixados de modo exógeno e que, ao mesmo tempo, influenciam o processo que se está a avaliar. Variáveis deste tipo podem ser, por exemplo, condições meteorológicas ou características geográficas das entidades a avaliar (Coelli et al., 2005).

O modelo de variáveis categóricas pode ser utilizado quando se avalia a eficiência de entidades que se podem dividir em diferentes categorias segundo características que umas têm e outras não. Por exemplo, na avaliação de eficiência das vendas de vários supermercados pertencentes a uma cadeia de retalho, umas entidades podem possuir métodos de pagamento rápido e, consequentemente, um maior número de transacções, e outras não. Claramente, o número de transacções é um elemento importante na definição do processo de venda de uma cadeia de supermercados, mas a existência de características diferentes para as várias entidades implica uma comparação “injusta”. Este modelo vem auxiliar estas situações, permitindo a categorização das entidades segundo variáveis categóricas, efectuando a avaliação de eficiência dentro das categorias determinadas (Cooper et al., 2007).

Também o modelo com restrições nos pesos interfere em situações pontuais em que os modelos tradicionais podem revelar fraquezas. Como explicado anteriormente, os modelos CCR e BCC apuram eles mesmos os valores das ponderações dos *inputs* e *outputs*, de modo a que a entidade a ser avaliada tenha a melhor pontuação de eficiência possível. Apesar das vantagens obtidas com este automatismo, pode ser da vontade da gestão a definição das ponderações dos pesos antes da aplicação do modelo, com base no seu conhecimento e experiência. Neste modelo são introduzidas restrições adicionais para limitar o conjunto possível de valores para as ponderações das variáveis, obrigando-os a tomarem valores dentro de um intervalo definido pela gestão (Sherman & Zhu, 2006).

Por fim, apresenta-se também o modelo *Window Analysis*, que tem como objectivo a avaliação de eficiência de entidades ao longo do tempo, focando-se nas variações de eficiência. Este modelo funciona de modo análogo ao método das médias móveis, onde uma determinada entidade é tratada de modo diferente, consoante o período que se está a avaliar. Nesse sentido, a eficiência de uma entidade num certo período é comparada com a mesma entidade num período de tempo distinto. Esta técnica permite obter padrões na eficiência das entidades ava-

liadas, verificando a robustez dos seus conjuntos de referência (ERS) e as tendências observadas (Cooper et al., 2011).

Existem modelos do método DEA que não obrigam a reduções proporcionais na obtenção de entidades eficientes – modelos não radiais. Destes, o mais conhecido é designado por modelo aditivo. Neste modelo são levantadas as restrições para alterações proporcionais das variáveis, sendo permitido reduções nos *inputs* e aumentos nos *outputs* de qualquer tipo (proporcionais ou não). Mais informação sobre os modelos não radiais da DEA pode ser encontrada em Cooper et al. (2011).

2.7. Conclusões do capítulo

Neste capítulo o foco foi a descrição da pesquisa bibliográfica realizada, que incidiu em dois pontos concretos: gestão de projectos e eficiência.

Iniciou-se com a definição de gestão de projectos de modo a serem identificadas quais as características inerentes aos projectos que possam servir de parâmetros na avaliação dos mesmos. Determinou-se, desta forma, que a gestão de projectos detém três dimensões principais, segundo as quais um projecto é conduzido: o tempo que o projecto demora a ser concretizado, o custo que lhe está associado e o seu desempenho quando confrontado com as especificações iniciais.

Associado a estas três dimensões da gestão de projectos e à relação entre elas está a característica risco do projecto. Nesse sentido, pode dizer-se que existem correlações entre as várias dimensões e entre as dimensões e a característica risco. A especificação de um tempo de projecto reduzido implicará, provavelmente, um maior risco de falha no que toca a prazos de conclusão de projecto. Possivelmente, para adiantar o projecto mais rapidamente (mitigando esse risco) um maior investimento deve ser realizado. Entende-se assim que as três dimensões estão ligadas e a cada uma delas, o risco. Variações numa dimensão têm consequências para o risco, que podem ser contrariadas por variações complementares nas outras dimensões. Entende-se que através destas dimensões e do risco, uma percepção completa da natureza de um projecto é conseguida.

Foi feita uma abordagem ao ambiente multi-projecto que as organizações cada vez mais vivem na actualidade, destacando-se as potencialidades que uma organização preparada para este ambiente pode ter. Com efeito, as organizações educadas na gestão de portefólio de projectos têm características excelentes de flexibilidade e de agilidade na gestão dos seus recursos, concretizando mais valor estratégico com a utilização de menos recursos – são mais eficientes na gestão dos seus projectos.

É precisamente a eficiência na gestão de projectos que este trabalho aborda. Numa organização que tenha um modelo de gestão de portefólio definido, até que ponto este é eficiente in-

2. Eficiência na gestão de projectos

ternamente e como apontar especificamente metas de melhoria? Com o intuito de responder a estas questões, foi feita uma pesquisa sobre modelos de avaliação de eficiência. Antes da apresentação do modelo propriamente dita, foram definidos alguns conceitos de eficiência, nomeadamente eficiência técnica, eficiência de escala e como as identificar numa fronteira de produtividade.

O método *Data Envelopment Analysis* foi determinado como sendo o mais indicado para o trabalho aqui desenvolvido. Este é um método de análise não paramétrico, que avalia a eficiência técnica relativa entre várias entidades que consomem múltiplos *inputs* na produção de múltiplos *outputs*, durante a sua actividade. O método engloba vários modelos, cada um com as suas características. Destacou-se os dois modelos da DEA, por permitirem obter os resultados desejados para este trabalho, nomeadamente as pontuações de eficiência técnica de várias entidades avaliadas e a eficiência com que estas produzem em escala.

No próximo capítulo, iniciar-se-á a aproximação ao caso de estudo, fazendo-se a descrição da organização onde este trabalho foi desenvolvido, bem como o funcionamento do seu processo de gestão de portefólio de projectos.

3. Gestão do risco na EDP Distribuição

Neste capítulo, é feita a primeira aproximação ao caso de estudo. É um capítulo de descrição da organização onde foi feito o estudo e de enquadramento desta em relação ao seu modelo de gestão de portefólio de projectos, com um grande enfoque no método de avaliação/gestão do risco nos projectos de investimento.

3.1. Enquadramento

3.1.1. Grupo EDP

A EDP – Energias de Portugal, S.A. nasceu em 1976 com a fusão das 13 principais organizações portuguesas do sector eléctrico e em 1994, depois de uma profunda reestruturação, foi constituído o Grupo EDP. O Grupo tem vindo a crescer desde a sua criação, notando-se claramente uma expansão geográfica, a criação/aquisição de organizações para satisfazer as necessidades que vão surgindo e para penetrar novos mercados aliciantes no panorama internacional, sendo neste momento uma organização multinacional e a maior organização não financeira em Portugal. O grupo EDP está presente, pelo menos a nível operacional, em diversos países, tais como Espanha, França, Itália, Reino Unido, Bélgica, Polónia, Roménia, Canadá, Brasil e Estados Unidos (EDP - Energias de Portugal, 2014b). O Grupo EDP – Energias de Portugal ocupa o número 376 no ranking global feito pela revista Forbes das 2000 melhores organizações do mundo, tendo vendas no valor de 21.56 mil milhões de dólares (Forbes, 2014). Em Junho de 2012, segundo um estudo efectuado pela consultora Brand Finance, a EDP foi considerada a marca portuguesa mais valiosa, com um *brand value* de 2.4 mil milhões de euros (EDP - Energias de Portugal, 2012). A EDP está também no índice de sustentabilidade Dow Jones ocupando, em 2013 e pelo 6º ano consecutivo, o lugar de líder das *utilities*: electricidade, água e gás (EDP - Energias de Portugal, 2014a). *Utilities* são organizações que fornecem um serviço básico, tais como energia, água ou telecomunicações, para os consumidores (Investor Words, sem data). No sentido de esclarecer a dimensão do grupo EDP no mundo, compilou-se na tabela 1 alguns

3. Gestão do risco na EDP Distribuição

números gerais da organização (EDP - Energias de Portugal, 2014b). Importa salientar alguns pontos sobre a tabela, nomeadamente a presença do grupo num elevado número de países e uma produção de energias através de fontes renováveis de 60%.

Tabela 3.1 – Números gerais do Grupo EDP

Indicador	Valor
Colaboradores	12275
Países	13
Clientes de Eletricidade	9866839
Clientes de Gás	1090874
Potência Instalada (MW)	23380
Produção líquida (GWh)	54658
Produção por fontes renováveis	60%
Electricidade distribuída (GWh)	78581
Gás distribuído (GWh)	63109

Adaptado de: EDP – Energias de Portugal (2014)

O Grupo EDP tem como visão ser uma “organização global de energia, líder em criação de valor, inovação e sustentabilidade”, apelando à consistência e rigor dos seus valores corporativos baseados na Iniciativa através das atitudes das pessoas, na Excelência de execução, na Confiança nos seus *stakeholders* (accionistas, clientes, fornecedores), na Sustentabilidade manifestada na melhoria contínua e na Inovação através da criação de valor no negócio energético. Para executar esta visão, a EDP compromete-se com quatro pilares fundamentais: sustentabilidade, pessoas, resultados e clientes.

De modo a conseguir concretizar a sua visão e a satisfazer os compromissos com os seus *stakeholders*, o Grupo EDP tem definido um conjunto de linhas estratégicas. Assim, a estratégia do Grupo EDP assenta em três pilares fundamentais, risco controlado, eficiência superior e crescimento focado (EDP - Energias de Portugal, 2014c):

a) Risco Controlado:

- Gestão da agenda regulatória e jurídica para manter o baixo perfil que caracteriza a actividade do Grupo EDP;
- Gestão proactiva da exposição aos mercados de energia por meio de estratégias de cobertura de risco;
- Redução das emissões de CO₂ através de investimentos em capacidade de produção, com baixos níveis de emissão de CO₂;
- Sólida estrutura de capital, com base na melhoria contínua dos rácios da dívida.

b) Eficiência Superior:

3. Gestão do risco na EDP Distribuição

- Foco em termos de eficiência: operational expenditure (OPEX) e capital expenditure (CAPEX);
- Ganhos de eficiência incrementais em todos os negócios e países;
- Promoção de uma cultura de integração entre todos os países;

c) Crescimento Focado:

- Energia eólica e solar: expansão focada em mercados com rentabilidade sólida e fundamentos atraentes;
- Energia hidroeléctrica: aumento gradual de capacidade em Portugal, pela implementação de *pipeline* actual;
- Brasil: execução dos actuais projectos de produção e análise de novas oportunidades.

É relevante esclarecer as definições dos termos OPEX e CAPEX. O primeiro corresponde à sigla da expressão inglesa *operational expenditure* e traduz as despesas operacionais de uma organização na manutenção ou consumos dos seus activos fixos. CAPEX, por sua vez, corresponde à expressão inglesa *capital expenditure* e reflecte os investimentos de aquisição ou melhoria dos bens de capital de uma organização (Kwoka & Pollitt, 2010).

Em Maio de 2012 deu-se a 8ª fase da privatização do Grupo, através da venda de 21,35% da participação do Estado Português ao Grupo chinês do sector energético *China Three Gorges* (CTG), uma transacção estratégica para os dois Grupos, uma vez que permitiu combinar o poder económico-financeiro, o vasto conhecimento em hidroeléctricas e forte presença na Ásia da CTG com as qualidades da EDP, nomeadamente experiência na penetração de novos mercados internacionais, excelente conhecimento do negócio eólico e a forte presença em diversos países (EDP - Energias de Portugal, 2014b). A figura 3.1 visa mostrar esse benefício estratégico, evidenciando o alinhamento da CTG com os vários eixos estratégicos do Grupo EDP.

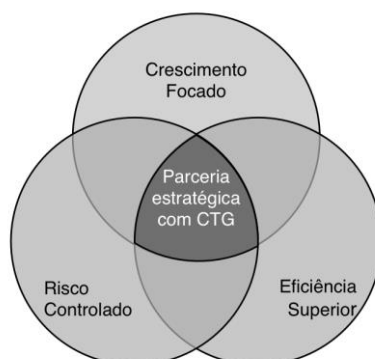


Figura 3.1 – Alinhamento estratégico do Grupo EDP com a CTG

Adaptado de: EDP - Energias de Portugal (2014b)

3. Gestão do risco na EDP Distribuição

Como referido anteriormente, o Grupo EDP está presente em diversos países, fazendo parte do seu conjunto um elevado número de organizações em que cada uma das quais assegura uma secção na cadeia de valor da organização. De seguida apresenta-se o organograma do Grupo (figura 3.2), evidenciando as diferentes organizações que estão associados aos diferentes tipos de energias produzidos (eletricidade, renováveis e gás), a EDP no Brasil e outras organizações que pertencem ao Grupo e que têm funções específicas na criação de valor do Grupo.

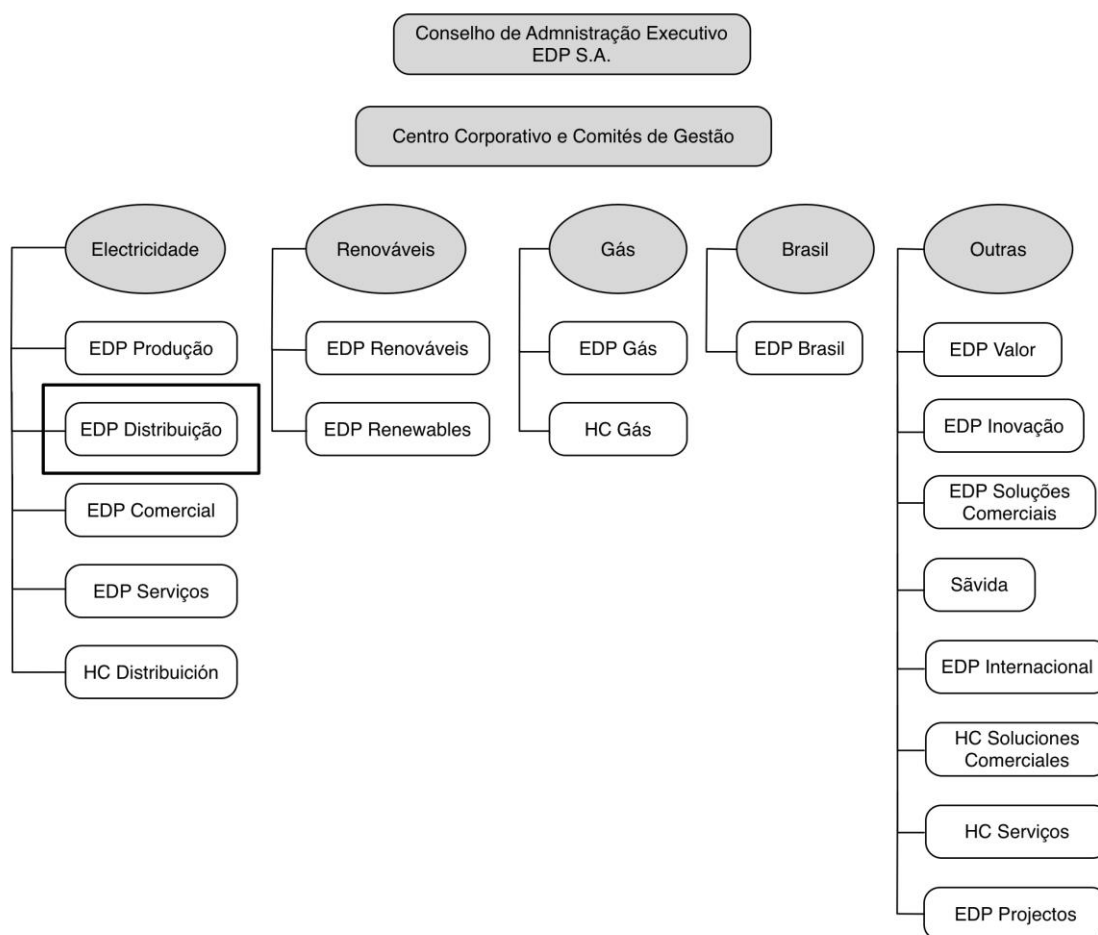


Figura 3.2 – Organograma do Grupo EDP

Adaptado de: EDP - Energias de Portugal (2014b)

Evidencia-se no organograma representado a empresa do Grupo na qual este trabalho foi elaborado, a EDP Distribuição, e da qual se fará em seguida uma breve descrição.

3.1.2. EDP Distribuição

A componente de distribuição de electricidade em Portugal é operada pela EDP Distribuição – Energia, S.A que é responsável pela concessão de exploração da Rede Nacional de Distribuição (RND) de energia eléctrica em Média Tensão (MT) e Alta Tensão (AT) e também pelas concessões municipais de distribuição de energia eléctrica em Baixa Tensão (BT). A actividade da EDP

3. Gestão do risco na EDP Distribuição

Distribuição é regulada pela Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE), responsável pela definição das tarifas, parâmetros e preços da energia eléctrica, bem como pela garantia da qualidade de serviço da organização com respeito aos níveis exigidos pela Direcção Geral de Energia e Geologia (DGEG). A EDP Distribuição detém aproximadamente 99% da rede de distribuição de energia eléctrica em Portugal Continental (EDP Distribuição S.A, 2013). Os elementos principais constituintes da rede de distribuição são as linhas aéreas e cabos subterrâneos de AT, de MT e de BT, as subestações, os postos de transformação de energia e os restantes equipamentos que a organização necessita para operar o seu negócio. Este negócio exige a expansão da rede de distribuição, entre os locais de produção de energia e os pontos de consumo, bem como a sua manutenção e garantia de qualidade. A missão da EDP Distribuição foca-se em três pontos principais (EDP Distribuição S.A., 2014):

- **Garantir a expansão e a fiabilidade da rede** - Ligar clientes e produtores à rede de distribuição; planejar, desenvolver, operar e manter a rede;
- **Garantir o abastecimento de electricidade** - Abastecer os clientes dos comercializadores, cumprindo os objectivos regulatórios de qualidade e de tempos de interrupção de energia;
- **Fornecer serviços aos comercializadores** - Garantir os serviços, tais como, mudança de comercializador (*switching*), cortes, alterações de potência, leituras, etc.

No sentido de concretizar esta missão, fazem parte da actividade da empresa as seguintes funções:

- Ligações à rede eléctrica;
- Assistência técnica à rede e a clientes;
- Apoio na escolha de soluções energéticas eficientes;
- Leituras de contadores.

A EDP Distribuição tem como visão a ocupação da posição de operador líder de redes de distribuição de electricidade a nível ibérico e uma referência a nível europeu, reconhecido. A EDP Distribuição encara esta visão com o conhecimento de que apenas com consistência, competência e transparência de compromissos conseguirá entregar um maior valor para si e para os seus *stakeholders*.

3. Gestão do risco na EDP Distribuição



Figura 3.3 – Visão e compromissos da EDP Distribuição

Adaptado de: EDP – Energias de Portugal (2014)

Depois desta análise da missão e visão da empresa e o seu posicionamento, é necessário executar a translação dos mesmos conceitos para uma vertente mais prática, mais estratégica. Os eixos estratégicos do plano de negócios 2013-2015 traduzem isso mesmo e são os seguintes:

a) Risco controlado e qualidade excelente:

- Gerir proactivamente os riscos regulatórios e responder aos desafios da liberalização do mercado;
- Elaborar abordagem integrada para preparação da renovação de concessões;
- Manter trajectória de melhoria consistente da qualidade de serviço técnico através de investimento direccionado;
- Aprofundar e enraizar práticas de gestão de risco no negócio.

b) Eficiência superior:

- Consolidar políticas e práticas de gestão de activos em toda a organização;
- Reduzir as perdas (técnicas e comerciais) através de investimento direccionado e iniciativas de *revenue assurance*;
- Garantir o cumprimento do orçamento de CAPEX em montantes, prazos e realização física.

c) Inovação e evolução sustentada:

- Assegurar as condições regulatórias e legislativas para o *roll out* nacional das *smart grids*;
- Preparar evolução da organização para maximizar as potencialidades das *smart grids* (recursos humanos, processos e sistemas);
- Assegurar a evolução da infra-estrutura técnica para as *smart grids*;

3. Gestão do risco na EDP Distribuição

- Desenvolver centro de competências de distribuição para projectos internacionais;
- Promover o desenvolvimento focado e sustentável da rede de mobilidade eléctrica.

Smart grids é uma tecnologia que tem vindo a ser testada e melhorada no mundo inteiro. O objectivo da sua implementação é a modernização da distribuição de electricidade possibilitando a monitorização, protecção e optimização automática da operação de distribuição entre os vários elementos conectados da rede, desde o local onde a energia é produzida até onde é consumida (Joskow, 2012).

No sentido de realizar esta estratégia a EDP Distribuição é uma organização de processos com uma estrutura matricial balanceada, oscilando a sua actividade entre operações e projectos. A organização da EDP Distribuição é feita através de quatro áreas principais (EDP – Energias de Portugal, 2014), como se pode visualizar na figura 3.4.

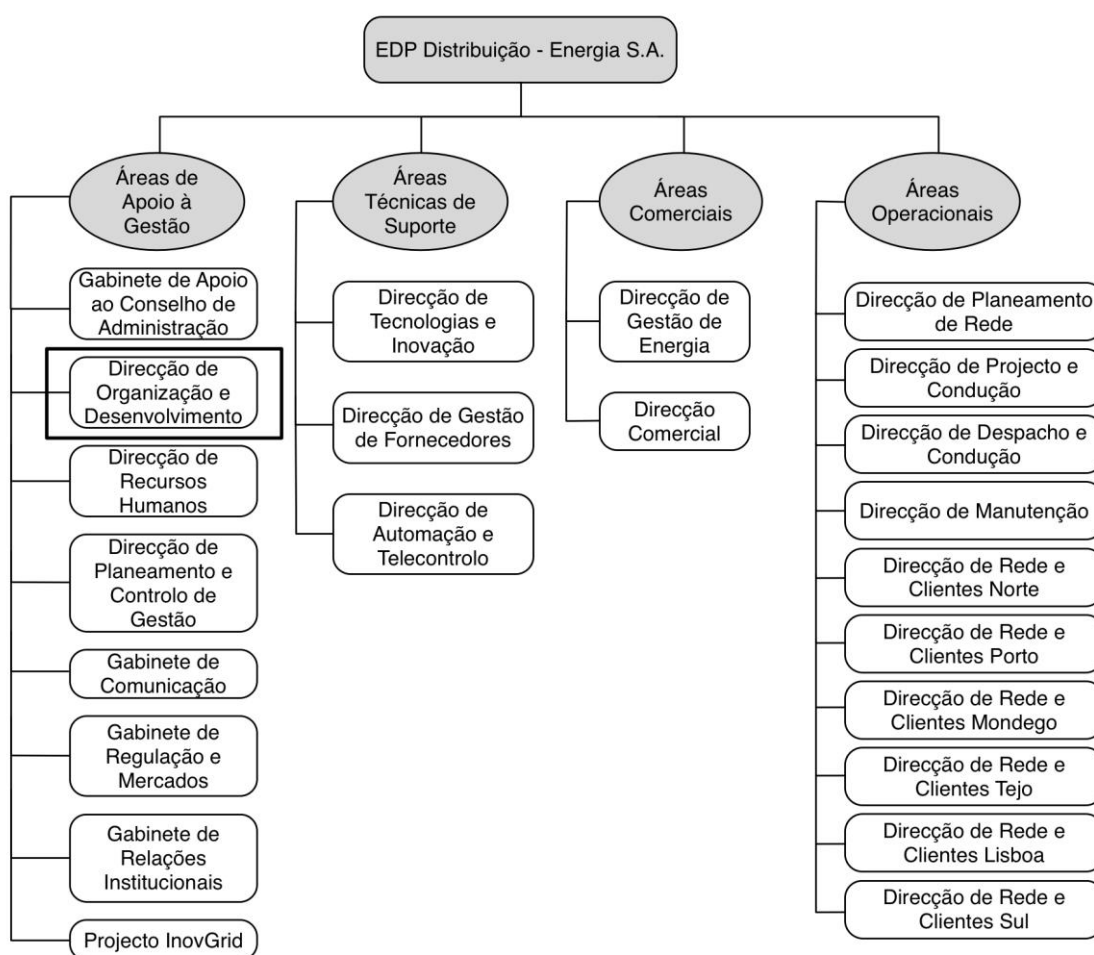


Figura 3.4 – Organização da EDP Distribuição

Adaptado de: EDP - Energias de Portugal (2014)

3. Gestão do risco na EDP Distribuição

Este trabalho foi desenvolvido na Direcção de Organização e Desenvolvimento (DOD), como está evidenciado na figura. Esta direcção é responsável por assegurar a coerência da organização com a estratégia do negócio, a implementação das melhores práticas de gestão de processos de negócio, a adequação ao negócio dos sistemas e da qualidade de informação e gestão integrada de projectos. Mais especificamente, e na óptica deste trabalho, uma das funções centrais desta direcção é apoiar o conselho de administração na gestão de portefólio de projectos e na monitorização de projectos empresariais.

A gestão de portefólio de projectos é acompanhada de três temas que servem de orientação para o trabalho neste campo:

- Promoção da metodologia de gestão de portefólio na organização;
- Adaptação da ferramenta de suporte à gestão de portefólio e projectos de acordo com as necessidades da organização;
- Avaliação dos benefícios dos projectos.

O trabalho desenvolvido vem então intervir directamente no último ponto, ou seja, na avaliação dos benefícios dos projectos, que um novo modelo de gestão de portefólio de projectos, introduzido na organização desde 2013, veio permitir. Importante referir que a EDP Distribuição segue a norma ISO 21500 na gestão de projectos, o modelo normalizado internacional mais aceite pelas organizações a nível mundial.

3.2. Modelo de gestão de portefólio de projectos

A gestão do portefólio de projectos da EDP Distribuição é realizada através do *software Enterprise Project Management 2010* (EPM 2010). Neste *software* é feito, de forma integrada, todo o processo de gestão de necessidades de investimento, de gestão de portefólio e gestão individual dos projectos. De modo resumido, o processo inicia-se com a criação de uma necessidade de investimento por parte das unidades organizativas. Essa necessidade é acompanhada pela respectiva caracterização, que é composta por diversos parâmetros (custo, direcção, etc). Após análise dessa necessidade e da respectiva aprovação, esta passa à próxima fase do processo em que, através de uma avaliação/caracterização detalhada, designado *Business Case*, é constituído um projecto de investimento. A caracterização é composta pelos seguintes pontos principais:

- Caracterização do projecto – é a informação base do projecto e integra informações técnicas, geografia em que será aplicado, departamento responsável, entre outros;

3. Gestão do risco na EDP Distribuição

- Caracterização técnica – são definidas informações de carácter técnico, tais como energia não distribuída, perdas, quedas de tensão e tempo de análise não regulamentar;
- Caracterização financeira – é feita uma avaliação do projecto segundo indicadores económicos: plano orçamental, plano económico e plano de facturação;
- Caracterização económica – assenta basicamente numa análise económica do projecto. São determinados vários indicadores: razão entre benefícios (B) e custos (C), valor actualizado líquido (VAL), taxa interna de rentabilidade (TIR), taxa de rentabilidade inicial (TRI). A descrição destes indicadores é apresentada na tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Indicadores económicos dos projectos

Indicador	Descrição
$\frac{B}{C}$	Relação Benefício/Custo (p.u.)
$TRI = \frac{B_1}{C}$	Taxa de rentabilidade inicial (%)
$VAL = B - C$	Valor actualizado líquido (€)
$TIR = i_{(VAL=0)}$	Taxa interna de rentabilidade (%)

Nota: a) B_1 significa o Benefício no primeiro ano, ou seja, no ano 1; b) p.u. são as iniciais da sigla *per unit*, um sistema de expressão de grandezas normalizadas numa rede eléctrica, segundo uma quantidade base pré-definida (Gauchia & Sanz, 2009)

- Análise de risco – neste ponto é efectuada a avaliação do impacto que o projecto em causa tem na variação do risco, segundo a Matriz de Risco da EDP Distribuição. Nesta avaliação o risco tem duas componentes: a frequência de ocorrência e o nível de severidade e avalia o impacto dos projectos consoante quatro valores de negócio;
- Impacto estratégico – cada projecto é confrontado com a estratégia da empresa, analisando-se o nível de alinhamento fornecido segundo os *drivers* do negócio;
- Cronograma de execução.

Após esta caracterização, os projectos de investimento agrupam-se num conjunto comum de iniciativas de investimento que terão de passar por um processo de selecção com o objectivo de avaliar a bondade específica de cada projecto. Posteriormente, é seleccionado o grupo de projectos que melhor se enquadra na estratégia da empresa. O *software* permite, para esta decisão, a criação de vários cenários de portefólio que podem ser comparados e complementados entre si para a obtenção da melhor solução possível. Construiu-se um diagrama repre-

3. Gestão do risco na EDP Distribuição

sentativo das etapas principais na construção do portefólio de projectos que se pode visualizar na figura 3.5.

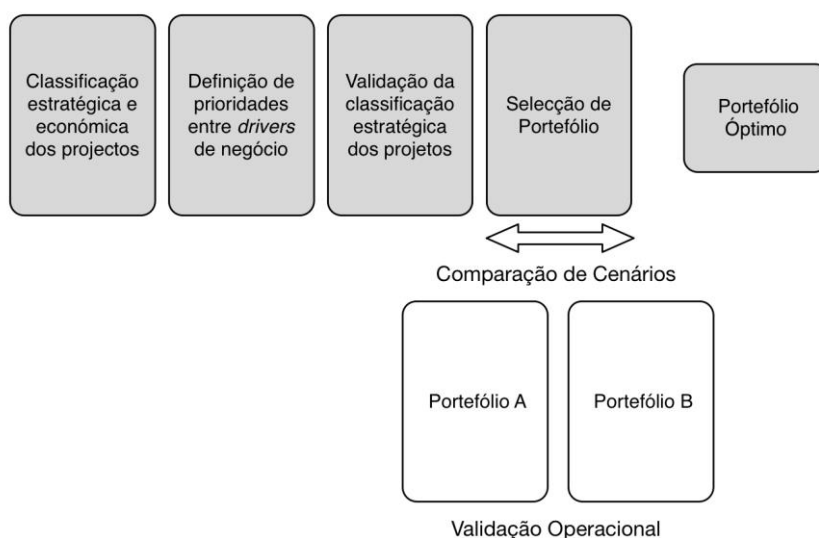


Figura 3.5 – Diagrama do modelo de gestão de portefólio da EDP Distribuição

Adaptado de: EDP – Energias de Portugal (2014)

A primeira etapa na gestão do portefólio é a caracterização dos projectos. A EDP Distribuição tem uma categorização padrão dos projectos de investimento, variando consoante o impacto que os projectos têm na rede de distribuição. A categoria a que um projecto de investimento pertence está relacionada com natureza de investimento e tem uma grande importância na gestão dos projectos pois, de certo modo, irá determinar os parâmetros do projecto e o modo como se enquadra no portefólio final. Assim sendo, torna-se importante definir quais os principais tipos de projectos da organização.

3.2.1. Tipo de projectos

Na primeira fase da metodologia de gestão de portefólio, os projectos são agrupados segundo a sua natureza de investimento, definida pelo tipo de investimento que cada projecto constitui, na óptica da empresa. As várias categorias encontram-se esquematizadas na figura 3.6.

3. Gestão do risco na EDP Distribuição

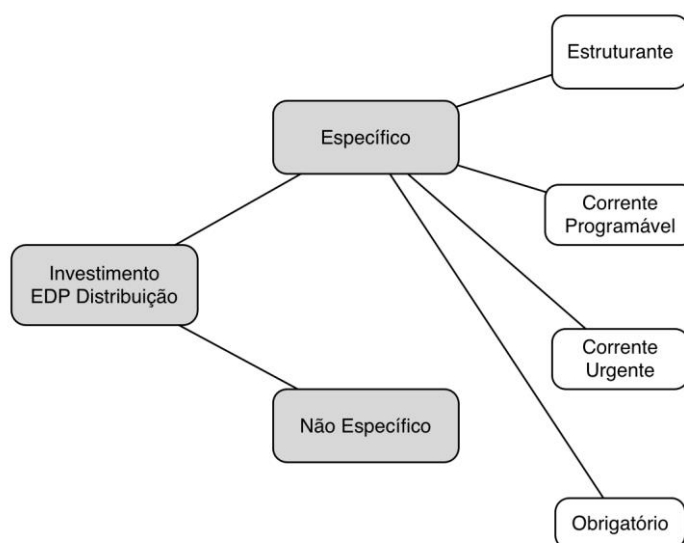


Figura 3.6 – Projectos de investimento da EDP Distribuição

Adaptado de: EDP – Energias de Portugal (2014)

De seguida, é feita uma descrição de cada tipo de projecto de investimento na EDP Distribuição, quais as suas características principais e o seu raio de acção.

a) Investimento Específico

1. **Estruturante** – Investimento fixado pelo Conselho de Administração (CA) sob proposta da Direcção de Planeamento de Rede (DPL), de acordo com critérios de planeamento da estrutura e da exploração das redes Alta Tensão (AT) e Média Tensão (MT), obedecendo a estudos de médio e longo prazo, com definição de filosofias e critérios de maior alcance, não dependentes de fatores conjunturais, procurando seguir princípios de disponibilidade e segurança no investimento, flexibilidade na condução das redes, criação do número de subestações (SEs) suficiente para permitir a reserva de rede MT e reduzir as reservas estáticas e definição de pontos de convergência das redes MT e dos locais para futuras SEs, reduzindo o comprimento e a potência de cada saída. Abrange, nomeadamente, obras em SEs, linhas de AT e linhas de alimentação principal de MT. As obras relativas ao investimento estruturante são tecnicamente aprovadas pela DPL.
2. **Corrente Programável e Corrente Urgente** – Investimentos fixados pelo CA sob proposta da DPL e ouvidas as Direcções de Rede e Clientes (DRC), as Áreas Operacionais (AO) e o Comité de Investimentos, em função de históricos e dos níveis de qualidade de serviço exigíveis, geridos pelas DRCs/AOs, permitindo uma regular recuperação ou reforço dos activos em exploração, por razões de obsolescência, perigosidade iminente, quedas de tensão anti-regulamentares ou ultrapassagem dos valores estipulados de corrente ou potência dos equipamentos. Abrange obras de Baixa Tensão (BT) e obras MT não estruturantes. Este tipo de investimento é dividido em dois grupos: investimento corrente urgente e investimento corrente programável, dependendo do tempo necessário para a realização da intervenção.

3. **Obrigatório** – Investimento necessário e suficiente decorrente da ligação de novos clientes, empreendimentos ou reforços de potência de clientes existentes, solicitações de terceiros ou decorrente de protocolos estabelecidos entre a EDP Distribuição e entidades exteriores (como as câmaras municipais).

b) Investimento Não Específico

Corresponde a despesas ligadas às funções de suporte da organização, tais como actividades administrativas, de recursos humanos, entre outras, as quais apesar de servirem de suporte ao processo produtivo, não devem ser consideradas como de suporte directo e específico ao mesmo, uma vez que, no limite, a sua ausência não implicaria qualquer alteração às condições técnicas do processo produtivo tal como inicialmente previstas. Exemplos deste tipo de investimento são projecto de investimento em capital humano, desenvolvimento de cultura e valores, implementação de novas metodologias e, no limite, investimento associado a “propriedade intelectual”.

3.2.2. Modelo de selecção de projectos

Como foi referido, a metodologia que auxilia a gestão do portefólio de projectos da EDP Distribuição está desenhado de modo a que cada projecto percorra um fluxo de caracterização e aprovação até que seja ou não integrado num dos portefólios de projectos em que a empresa vai investir. A última fase antes da integração do projecto no portefólio de investimento da empresa é designada como a selecção de projectos e é feita segundo um modelo de decisão bem definido.

O modelo consiste em três fases sequenciais de selecção de projectos, isto é, em cada uma das fases é feita a análise do conjunto de projectos que potencialmente entrarão para o portefólio segundo um critério definido. Em cada uma das fases a metodologia permite a criação de cenários de portefólio de projectos de modo a se conseguir comparar diferentes conjuntos de projectos. Na primeira fase é feita uma classificação dos projectos por ordem de maior impacto na variação do risco. Dos projectos que não passarem a primeira fase e, portanto, os que menor impacto têm na variação de risco (no sentido da mitigação do risco), são comparados em termos do rácio entre a variação do risco e o custo. Mais uma vez é feita a classificação dos projectos segundo este parâmetro e, dependendo desta classificação, um subgrupo de projectos aprovados é adicionado ao grupo de projectos formados na primeira fase de selecção. Os projectos que não são seleccionados passam a uma terceira fase de selecção. Na terceira fase de selecção o parâmetro avaliado é o rácio entre benefícios e custos. Os projectos com valores deste rácio mais atractivos são então adicionados ao grupo de projectos aprovados nas fases anteriores, constituindo o portefólio de projectos da EDP Distribuição. Os critérios presentes no modelo de decisão descrito são então resumidos na tabela 3.3, para melhor compreensão.

3. Gestão do risco na EDP Distribuição

Tabela 3.3 – Modelo de decisão

Fase	Critério	Descrição
1ª	ΔR	Variação do risco em absoluto. É calculado através da matriz de risco da EDP Distribuição, durante a fase de caracterização do projecto, e compara a situação actual e a situação pós-investimento.
2ª	$\frac{\Delta R}{C}$	Razão entre a variação do risco em absoluto e o custo do projecto. Ambos os parâmetros são calculados durante a fase de caracterização do projecto.
3ª	$\frac{B}{C}$	Razão entre os benefícios e os custos do projecto. Ambos os parâmetros são calculados durante a fase de caracterização do projecto.

Como se pode verificar, a variação do risco tem um peso preponderante na definição dos projectos de investimento da empresa. Não só é o primeiro critério a ser utilizado na priorização dos projectos, como também o custo dessa mesma variação é avaliado na segunda fase do modelo. O objectivo é integrar no portefólio final os projectos que levam a um maior impacto no risco da empresa e, destes, os que têm um custo menor por risco mitigado e por benefício obtido.

Sendo um dos aspectos mais importantes na estratégia de gestão de projectos e por ser o tema central neste trabalho, a próxima secção é uma explicada a análise de risco que é feita para cada um dos projectos de investimento da organização.

3.2.3. Análise de risco

Como foi dito, a análise de risco é parte integrante da caracterização dos projectos de investimento. Esta análise é determinada pela direcção responsável pelo projecto e é feita de modo *standard* para toda a empresa, através da Matriz de Risco da EDP Distribuição (figura 3.7). Esta análise de risco pretende estimar, em termos de severidade e de frequência, o impacto que um determinado projecto terá nos valores de negócio que são relevantes para a empresa.

Para a avaliação de severidade, são definidos 5 níveis coerentes entre todos os indicadores. O nível 1 corresponde a uma situação que não é desconfortável para a empresa e o nível 5 corresponde a uma situação inadmissível para a empresa. Os níveis entre 1 e 5 correspondem a situações intermédias. Esse impacto é, na prática, a variação de risco que o projecto vai implicar, isto é, a diferença a pontuação atribuída à situação antes do projecto ser implementado e a pontuação atribuída à situação depois do projecto ser implementado.

Para a avaliação de frequência, são também definidos 5 níveis para cada indicador. A frequência é definida tendo em conta o período médio entre ocorrências de um dado acontecimento e a sua valorização é feita do seguinte modo: nível 1 corresponde a uma frequência muito baixa

3. Gestão do risco na EDP Distribuição

(período superior a 5 anos) e o nível 5 corresponde a uma frequência muito elevada (período em média menor que 6 meses). Os níveis 2, 3 e 4 são intermédios.

Os vectores de risco que aqui se pretendem avaliar estão directamente relacionados com os valores do negócio e a sua variação positiva é objectivo principal da organização na selecção de projectos de investimento. Nesta avaliação, a empresa utiliza quatro valores de negócio:

- **Sustentabilidade** – esta dimensão é avaliada segundo a melhoria que o projecto implica na segurança das pessoas e no ambiente. Na segurança das pessoas, averigua-se o grau do estado de saúde das pessoas atingidas pela ocorrência do projecto. Nas consequências para o ambiente, é avaliado o grau dos danos sofridos pelo meio ambiente por implementação do projecto, tendo em conta as dimensões em termos de quantidade e de tempo para a sua extinção. Para os dois indicadores, a sua determinação é feita considerando sempre a pior situação que possa acontecer devido à ocorrência em causa.
- **Reputação nos media e população** – a repercussão que os projectos terão na população é uma das vertentes mais importantes no modelo de decisão. Este indicador define-se pela população/área com conhecimento da situação e possibilidade ou não de existência de cobertura mediática. A sua determinação é feita com base em dados históricos de projectos semelhantes ou, na sua ausência, por percepção/estimativa. O impacto é medido em função da exposição que o projecto pode ter a nível local, nacional ou internacional.
- **Qualidade do serviço** – este é o indicador principal na gestão de projectos da organização e um dos pilares do negócio. É traduzida pelo indicador Tempo de Interrupção Equivalente da Potência Instalada (TIEPI), que corresponde ao tempo total anual que uma determinada localização fica sem abastecimento (Soudi & Tomsovic, 2001). Na EDP Distribuição, e no que à gestão do risco diz respeito, são apenas contabilizadas as interrupções de longa duração (superior a 3 min) e são excluídas as causas de responsabilidade externa à organização. Este é um indicador de qualidade e de fiabilidade da rede. O objectivo para a organização é aumentar a fiabilidade da rede, que pode ser conseguido reduzindo o número de interrupções e/ou reduzindo o tempo das interrupções, através de melhores métodos de restauração da falha (Vidyasagar et al., 2012). A sua determinação é feita por estimativa, em função da potência interrompida, simulada num *software* de planeamento de redes e da duração da reposição dos fornecimentos tendo por base situações semelhantes. A unidade deste indicador é minutos.
- **Impacto económico** – este impacto traduz os resultados monetários que o projecto significará e faz parte da fase de caracterização económica feita no processo de ge-

3. Gestão do risco na EDP Distribuição

tão de portefólio de projectos. Indica o valor da diminuição dos resultados da empresa por via de menos-valias devidas a perdas do seu imobilizado e/ou custos que são necessários para repôr uma determinada situação. A sua determinação é feita por recurso a históricos de ocorrências semelhantes ou, na sua ausência, por percepção/estimativa. A sua unidade é milhares de euros.

É importante salientar que esta análise de risco é feita a montante da execução de projecto e é com base nela que os projectos são seleccionados para integrar o portefólio de projectos.

3. Gestão do risco na EDP Distribuição

Matriz de Risco - 2010										
EDP Distribuição - Gestão Riscos Empresariais										
Impactos						Frequência				
Valores do Negócio	Sustentabilidade		Reputação	Qualidade de Serviço	Económicos	Período Médio entre Ocorrências (em anos)				
Indicadores	Segurança de Pessoas	Ambiente	Repercussão nos Média e População	TIEPI MT Interno (min)	Resultados (k€)	muito elevada (f ≤ 0,5)	elevada (1 ≥ f > 0,5)	média (2 ≥ P > 1)	baixa (5 ≥ f > 2)	muito baixa (5 ≥ f)
						5	4	3	2	1
Nível de Severidade	Muito crítico 5	Pode causar morte ou incapacidade permanente e grave de pessoas	Pode causar danos significativos ao ambiente que se manifestam durante um prazo superior a 5 anos	- Internacional - ou nacional com potencial de repetição nos médias	TIEPI MT ≥ 3	R ≥ 4.500				
	Crítico 4	Pode necessitar de internamento hospitalar	Pode causar danos significativos ao ambiente que se manifestam durante um prazo até 5 anos	- Nacional - ou regional com potencial de repetição nos médias	3 > TIEPI MT ≥ 1,33	4.500 > R ≥ 2.000				
	Significado alto 3	Pode necessitar tratamento médico	Pode causar danos pequenos ao ambiente que se manifestam durante mais de 5 anos	- Regional	1,33 > TIEPI MT ≥ 0,5	2.000 > R ≥ 750				
	Significado médio 2	Pode necessitar de Primeiros Socorros	Pode causar danos pequenos ao ambiente que se manifestam durante um prazo até 5 anos	Notícia local	0,5 > TIEPI MT ≥ 0,17	750 > R ≥ 250				
	Significado médio	Sem impacto	Sem impacto relevante	Sem impacto externo ao Grupo	0,17 > TIEPI MT	250 > R				

Figura 3.7 – Matriz de risco da EDP Distribuição

Adaptado de: EDP Distribuição (2010)

3. Gestão do risco na EDP Distribuição

Para uma melhor compreensão do exercício de avaliação segundo a matriz de risco, será descrito um exemplo. Para um determinado projecto é feita a quantificação em termos de risco da situação actual e da previsão pós-implementação do projecto. O *software*, através da análise feita pelo utilizador, calcula a pontuação do risco para cada uma das situações, indicando a zona da matriz onde a situação se encontra actualmente, bem como a zona para onde se deslocará se o projecto for aplicado. Cada uma das posições da matriz de risco tem associada uma pontuação, que se podem observar na figura 3.8.

		Frequência				
		5	4	3	2	1
Severidade	5	1000	588	346	204	120
	4	526	310	182	107	63
	3	277	163	96	56	33
	2	146	86	50	30	17
	1	77	45	27	16	9

Figura 3.8 – Pontuações de risco associadas à matriz de risco da EDP Distribuição

Adaptado de: EDP – Energias de Portugal (2014)

Existem três áreas de risco, evidenciadas por cores: área de risco elevado, área de risco intermédio e área de risco controlado. Um projecto será tanto mais aliciante, na perspectiva de minimização do risco, quanto maior for a deslocação da posição da situação anterior ao projecto para a posição após o projecto. Por exemplo, um projecto terá o máximo impacto em termos de redução de risco se a situação inicial for avaliada com pontuação 1000 na matriz de risco e, após a implementação do projecto, a situação final resultar numa pontuação de 9. A variação de risco, nesse caso será igual à diferença do maior número pelo menor, ou seja, $1000 - 9 = 991$.

Os valores de negócio envolvidos nesta análise de risco estão directamente relacionados com os três eixos estratégicos da organização (secção 3.1.2.): i) risco controlado e qualidade excelente, ii) eficiência superior e iii) inovação e evolução sustentada. A própria essência da matriz de risco e a sua importância na selecção de projectos indica a preponderância no controlo do risco. Assim, todos os valores de negócio estão directamente relacionados com o risco e com a importância da sua mitigação. A qualidade do negócio e a evolução sustentada são pilares também contemplados em todos os valores de negócio presentes na matriz, principalmente nos valores segurança para as pessoas, ambiente e repercussão nos media e população. Efectivamente, uma qualidade do negócio energético excelente é aquela onde os impactos da sua actividade nestes três valores são minimizados. A qualidade de negócio está também muito relacionada com a melhoria no TIEPI da rede de média tensão, indicador principal na qualidade de serviço da organização. A organização conseguir combinar o maior impacto positivo na va-

riação do risco com a selecção do portefólio cujo investimento é o mais baixo possível reflecte a atitude da organização em tornar-se mais eficiente.

3.3. Conclusões do capítulo

Neste capítulo foi feita uma aproximação à organização onde este trabalho foi desenvolvido, a EDP Distribuição. A EDP Distribuição é responsável pela distribuição de electricidade em Portugal, detendo da concessão da Rede Nacional de Distribuição de energia em MT e AT e também as concessões municipais de distribuição de energia BT. É uma organização que funciona em regime regulado, onde as tarifas e níveis de qualidade de serviço são regulados pela ERSE. Sendo uma organização que funciona no mercado regulado, a sua estratégia tem de ser uma onde consegue sempre operar aos níveis exigidos, consumindo cada vez menos recursos – uma estratégia de eficiência. Foram declarados os principais pilares estratégicos desta organização que assentam no controlo do risco, na qualidade do serviço, na eficiência e na inovação e evolução sustentável.

No sentido de orientar a organização segundo estes vectores estratégicos, a EDP Distribuição implementou um modelo de gestão de portefólio de projectos, através do *software Enterprise Project Management 2010* (EPM 2010), onde todas as iniciativas de projectos são analisadas e avaliadas em termos de impacto (económico, financeiro, risco, etc). Como os recursos são insuficientes para concretizar todas as iniciativas, é necessário priorizar os projectos mais importantes e é também neste campo que o modelo de gestão de portefólio de projectos intervem, pois integra um modelo de selecção através do qual os projectos são seleccionados. Este modelo de selecção engloba três fases, cada uma com o seu critério. Os critérios são os seguintes (por ordem de importância): variação do risco, rácio entre a variação do risco e o custo do projecto e o rácio entre o benefício e o custo do projecto. Assim sendo, pode-se verificar a importância que o risco tem na selecção dos projectos; efectivamente, os primeiros projectos a serem seleccionados são aqueles que provocam uma maior variação no risco da organização.

A variação do risco aqui falada é determinada recorrendo à Matriz de Risco da EDP Distribuição. Nesta matriz, estão presentes cinco valores de negócio fundamentais para a organização: segurança para as pessoas, ambiente, repercussão nos media e população, TIEPI e resultados. Nesta matriz, um projecto é avaliado segundo cada valor de negócio em duas situações: pré-implementação e pós-implementação. Assim sendo, para cada projecto vai haver duas pontuações de risco, uma antes da implementação e outra depois. A variação do risco é dada pela diferença entre a situação antes do projecto e a situação depois. Uma variação do risco implica uma melhoria nos valores de negócio definidos e quanto maior for esta variação, melhor classificado será o projecto. É essencialmente uma metodologia que permite à organização orientar a gestão dos seus projectos consoante a sua estratégia, de modo focado e incisivo.

4. Modelo proposto

Neste capítulo é efectuada uma abordagem genérica da aplicação do método *Data Envelopment Analysis* na análise da eficiência da gestão do risco nos projectos da EDP Distribuição. Com isto, tentar-se-á direccionar o trabalho para o seu objectivo final, enquadrando-o com o objecto de estudo.

4.1. DEA no sector das *utilities*

O tema da liberalização dos mercados energéticos tem sido um tema relevante, no negócio da energia, desde 1980 (Pollitt & Jamasb, 2000). Devido à introdução de competição nestes mercados, os governos de várias nações têm tentado obter maior fiabilidade e serviços com preços mais acessíveis para os clientes de electricidade. No entanto, devido à magnitude que as empresas de electricidade têm nos seus países, o caminho para a liberalização tem sido turbulento e vivido num contexto de incerteza. As incertezas com que as empresas de electricidade se deparam são abrangidas pelos seguintes factores (Weber, 2005):

- Preço da electricidade;
- Preços dos mercados mundiais nos transportadores de energia primária;
- Tecnologia;
- Regulação e contexto político;
- Atitude dos competidores;
- Disponibilidade das centrais de produção de energia;
- Aumento da procura.

Estes factores têm o seu impacto quer nos modelos de decisão de contexto operacional quer no próprio planeamento estratégico das *utilities*, pelo que tem aumentado a necessidade da introdução de modelos matemáticos que auxiliem as organizações nas suas decisões.

4. Modelo proposto

A DEA tem sido cada vez mais utilizada como forma de avaliação de eficiência no sector das *utilities* devido às suas características muito próprias que se enquadram neste tipo de mercado.

Os estudos realizados através da DEA, no sector das *utilities*, podem dividir-se em dois grupos (Pollitt & Jamasb, 2000):

- Comparações de *utilities* ou partes de *utilities* dentro do mesmo país;
- Comparações entre *utilities* ou sector energético entre diferentes países.

São identificados dezoito casos de estudo em que houve utilização da DEA na análise do sector energético, com foco maioritário em organizações de distribuição de electricidade, pelo que se pode confirmar a adequação do método neste tipo de negócio.

A razão do aumento da utilização da DEA na análise deste mercado está intimamente ligado ao facto do sector energético, no mundo inteiro, ter vindo a ser alvo de reformas muito importantes. A principal mudança neste mercado foi a obrigação na melhoria de eficiência de toda a cadeia de valor das organizações produtoras, distribuidoras e comercializadoras de energia eléctrica, conseguida pela sucessiva liberalização dos mercados energéticos (Giannakis et al., 2005).

No sentido de tornar as *utilities* mais eficientes, existem incentivos regulatórios para a comparação contínua do desempenho real das organizações em relação a um determinado desempenho de referência ou um desempenho de um *benchmark*. Dependendo dos resultados destas comparações, existem prémios de recompensa por bons desempenhos. Deste modo, métodos de *benchmarking* no sector energético revelam-se muito importantes e explicam a sua crescente utilização (Celen, 2013). Também neste sentido a DEA se encontra alinhada com o negócio das *utilities*, uma vez que uma das características inerentes ao método é a possibilidade de identificar boas práticas num determinado processo, identificando as entidades que devem ser utilizadas como *benchmarks*.

A DEA, um método não paramétrico, tem grandes vantagens de utilização em relação aos métodos paramétricos pelo facto de não ser necessário fazer a especificação matemática de uma função de fronteira de produtividade. Esta característica é essencial no sentido em que, com este trabalho, se deseja estabelecer um modelo de análise de eficiência que seja adaptável a várias situações.

Adicionalmente, a DEA não necessita obrigatoriamente de custos marginais para os seus *inputs*, sendo possível a utilização de recursos físicos para a sua correcta implementação. Frequentemente, no âmbito das *utilities*, avalia-se a eficiência na utilização de recursos físicos, tornando-se crucial este facto para o objectivo deste trabalho (Kwoka & Pollitt, 2010).

Ao mesmo tempo, e porque se pretende manter o maior nível de consistência na aplicação de resultados, a investigação científica sobre o assunto revela que a aplicação de métodos estocásticos e DEA à mesma situação tem, geralmente, resultados semelhantes no que toca à avaliação de eficiências relativas entre diferentes entidades (Jamasp & Pollitt, 2000).

4.2. DEA na análise de gestão de projectos da EDP Distribuição

Com o objectivo de utilizar o método DEA para analisar a eficiência na área de gestão de projectos da empresa, é necessário fazer um estudo das características da organização relevantes para o modelo e também definir as variáveis. Nesse sentido, é necessário desenvolver uma aproximação para os elementos que podem vir a ser utilizados quando no capítulo 5, se fizer a aplicação do modelo. Os parâmetros que vão ser desenvolvidos dizem respeito às entidades que são alvo de avaliação de eficiência (DMUs) e aos *inputs* e *outputs* relevantes.

4.2.1. *Decision making units*

A definição das DMUs num estudo utilizando a DEA é o primeiro passo a executar, uma vez que estabelece as entidades que vão ser analisadas no seu processo de conversão de *inputs* em *outputs*. Assim, todo o estudo depende das entidades seleccionadas. Na gestão de projectos, a análise pode ser feita a vários níveis, pelo que as DMUs podem ser várias. Alguns exemplos no contexto da organização são:

- Diferentes *utilities*;
- Organizações do mesmo grupo;
- Direcções dentro da mesma organização;
- Áreas operacionais;
- Projectos semelhantes;
- Diferentes regiões operadas pela mesma organização.

Como as DMUs utilizadas na análise DEA têm de ter um processo homogéneo de conversão de *inputs* em *outputs*, é relevante a sua definição. Duas direcções de uma mesma empresa podem ter, na sua missão e objectivo, pouco em comum. No entanto, numa determinada actividade, processo ou projecto, essas duas direcções podem ser elegíveis para comparação e potenciais *benchmarks*.

As áreas operacionais das *utilities* são departamentos que estão responsáveis pela implementação e execução dos projectos-obra e por todo o seu controlo e manutenção no terreno. São efectivamente as unidades que convertem esforços na concretização dos resultados do projecto. As áreas operacionais integram o conjunto de unidades organizativas que estão essencial-

mente orientadas para o desenvolvimento de atividades de natureza operacional e de coordenação dos diferentes negócios “core” da organização (EDP – Energias de Portugal, 2013).

4.2.2. Variáveis do modelo

A escolha apropriada das variáveis de *input* e de *output*, na aplicação do método DEA, é central. As variáveis escolhidas devem, com o menor erro possível, representar a relação de consumo de *inputs* no processo em questão. Não existe evidência nos artigos científicos sobre *benchmarking* de um consenso no modo como estas variáveis devam ser seleccionadas (Mota, 2004).

Existem duas dificuldades concretas na avaliação objectiva da eficiência de um conjunto de DMUs através do método DEA. A primeira tem a ver com a incorporação saudável de *outputs* indesejáveis com *outputs* desejáveis. Tradicionalmente, a aplicação da DEA conta apenas com os *outputs* desejáveis, não traduzindo totalmente a realidade dos processos e, consequentemente, produzindo resultado erróneos. A segunda dificuldade está relacionada com o tratamento de variáveis não controláveis pela gestão que frequentemente determinam o impacto do ambiente nas operações executadas. Tradicionalmente, a aplicação da DEA não conta com a introdução de variáveis não controláveis pela gestão pelo que, nesses casos, as eficiências das entidades avaliadas em ambientes adversos serão subestimadas. Nestes casos, é assumido implicitamente que as ineficiências encontradas são resultado apenas de uma má gestão (Yang & Pollitt, 2009).

Para modelar o estado actual da tecnologia associada a uma *utility*, devem ser especificadas as medidas de *inputs*, de *outputs* e de factores ambientais relevantes. Apesar dos sistemas de distribuição de electricidade adoptados pelas várias *utilities* no mundo terem estruturas tecnológicas semelhantes, os estudos efectuados de comparação de eficiência utilizam diferentes *inputs* e *outputs*, acentuando a falta de uniformização no modo como estas organizações devem ser modeladas (Hattori et al., 2005).

Quando a avaliação de eficiência é feita para entidades pertencentes à mesma organização, as variáveis que devem ser utilizadas dependem do processo que é avaliado e não tanto do tipo de negócio em questão. O método DEA permite a utilização de variáveis que representam valores absolutos ou rácios, sem que a análise perca validade. No entanto, na representação de *inputs* e/ou *outputs* por rácios, é aconselhável que todas as variáveis estejam expressas dessa forma para garantir a consistência da DEA (Cooper et al., 2007). De seguida são apresentadas potenciais variáveis, para os *inputs* e *outputs*.

4.2.2.1. Inputs

Geralmente, no que respeita a processos de transformação de *inputs* em *outputs*, é utilizada a seguinte categorização: i) capital, ii) mão-de-obra, iii) energia, iv) materiais e v) serviços. Por

4. Modelo proposto

vezes, dependendo do caso, as últimas três categorias podem agregar-se, constituindo uma categoria designada por outros *inputs* (Coelli et al., 2005).

Cada uma das categorias pode ser traduzida por inúmeras variáveis, dependendo do tipo de indústria e negócio. De seguida, no âmbito das *utilities*, apresentam-se algumas variáveis que podem ser utilizadas na avaliação de eficiência de um processo (tabela 4.1).

Tabela 4.1 – Possíveis *inputs*

Categoria	Variável	Unidade
Capital	OPEX	€
	CAPEX	€
	TOPEX	€
Mão-de-obra	Número de trabalhadores	Número
	Número de horas de trabalho	Horas
	Número equivalente de trabalhadores a tempo inteiro	Horas
	Total de salários	€
	Área de trabalho	Km ²
Energia	Perdas de energia	MWh
	Vendas totais de energia	MWh
	Comprimento da rede de distribuição	Km
	Capacidade de transformação	MVA
Materiais	Custo de aprovisionamento	€
	Custo de aquisição	€
	Custo de posse	€
Serviços	Custo de serviço externo	€
	Custo de <i>outsourcing</i>	€

Adaptado de: Coelli et al. (2005); Mota (2004)

As variáveis das categorias capital e mão-de-obra são as mais importantes, pois abrangem a maior parte da estrutura de custos de uma organização. Na medição da categoria mão-de-obra é aconselhável a utilização do indicador número de horas de trabalho, uma vez que todos os outros indicadores são susceptíveis de grandes variações entre organizações. Infere-se que o tempo real de trabalho acaba por caracterizar, de forma mais homogénea, um dado tipo de processo executado por diversas entidades diferentes.

Na categoria capital, as variáveis OPEX e TOTEX são extensivamente utilizados em estudos de avaliação de eficiência de *utilities* estando frequentemente presente pelo menos um deles. Total Expenditure (TOTEX) é um indicador que corresponde à soma das despesas operacionais com as despesas de capital.

Todas as outras variáveis são utilizadas esporadicamente nos artigos científicos pesquisados, sendo variáveis que se adequam a situações muito especiais.

4. Modelo proposto

4.2.2.2. *Ouputs*

Ao contrário dos *inputs*, não foi encontrada uma categorização padrão que enquadrasse os vários tipos de *outputs*. Isto deve-se ao facto deste tipo de variáveis estar amplamente ligado ao negócio que se está a avaliar e, ao contrário dos *inputs*, não terem uma base comum para as várias actividades. Pode, no entanto, subdividir-se esta variável em dois grupos, dependendo da actividade da organização: organizações com um único *ouput* e organizações com múltiplos *outputs* (Coelli et al., 2005). Dentro das organizações com múltiplos *outputs*, pode considerar-se dois grupos, dependendo da sua actividade (comercialização de produtos ou de serviços). As organizações com um único *output* estão normalmente associadas à comercialização de um produto e, nesse caso, o *output* está sempre associado ao produto comercializado, por exemplo através das vendas obtidas ou do número de artigos produzidos.

A leitura dos *outputs* pode ser mais complexa em organizações que comercializem vários produtos ou serviços. Pela variabilidade que este parâmetro tem para os vários tipos de negócio, não existe um consenso sobre quais os principais *outputs* a considerar. Na tabela 4.2 apresentam-se possíveis *outputs*, enquadrados no âmbito das *utilities*, que se podem dividir consoante a característica do negócio em três categorias, capital, clientes e qualidade que os vários *outputs* podem medir. A categorização feita, apesar de desenvolvida neste trabalho, tem um alinhamento directo com os *outputs* habitualmente utilizados nos artigos científicos.

Tabela 4.2 – Possíveis *outputs*

Categoria	Variável	Unidade
Capital	Vendas totais de energia	€
	Vendas industriais	GWh
	Vendas não industriais	GWh
	Lucros totais	€
Clientes	Número de clientes	Número
	Área de abastecimento	Km ²
	Quantidade de energia distribuída	GWh
	Comprimento da rede de distribuição	Km
	Procura máxima	GW
	Densidade de clientes	Número/Km ²
Qualidade	TIEPI	Horas
	Fiabilidade do serviço	%
	SAIFI	Número
	SAIDI	Horas

Adaptado de: Mota (2004); Yu et al. (2007)

A categoria designada por capital está relacionada com as vendas totais de energia e os resultados obtidos por uma determinada empresa comercializadora de energia eléctrica. Na categoria clientes, são vários os *outputs* possíveis na medição de eficiência, sendo que todos eles

determinam, directa ou indirectamente, o número de clientes de uma organização no consumo de energia eléctrica. A qualidade do serviço é uma das principais preocupações das organizações de electricidade e é traduzida, matematicamente, por vários indicadores. O indicador *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI) corresponde à duração média das interrupções do sistema (em horas) e o indicador *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI) indica a frequência média de interrupções do sistema. Adicionalmente, é muitas vezes utilizado um indicador da fiabilidade do serviço, em percentagem, que é dado pela razão entre as vendas totais de energia e as perdas totais de energia, num dado período de tempo. Em conjunto com o TIEPI, definido no capítulo 3, estes são os quatro indicadores mais utilizados na medição da qualidade de serviço de uma organização de energia eléctrica. Em qualquer estudo sobre a eficiência na qualidade de serviço, a utilização de um destes indicadores é obrigatória para uma representação rigorosa da realidade.

4.2.3. O modelo

A orientação do modelo DEA deve ser escolhida com base na natureza dos *inputs* e *outputs* utilizados. Como explicado anteriormente, a forma como é determinada a eficiência de uma DMU depende do tipo de orientação do modelo utilizada. Na orientação para o *input* a eficiência técnica mede a capacidade de uma DMU em minimizar os *inputs* consumidos na produção de um determinado nível de *outputs*. Por outro lado, na orientação para o *output*, a eficiência técnica mede a capacidade de uma DMU maximizar os *outputs* produzidos, para um certo nível de *inputs*. A decisão na orientação do modelo a utilizar depende do nível de controlo que a gestão tem sobre as variáveis. Geralmente, um maior controlo da gestão sobre os *inputs* implica um menor controlo sobre os *outputs* (o recíproco também é válido) e, na maioria dos processos, a tendência é haver maior controlo no consumo de *inputs* (Kwoka & Pollitt, 2010).

Assim, num processo em que os *outputs* são exógenos à DMU que os realiza, é aconselhável a utilização do modelo orientado para o *input*. Num processo em que exista um elevado nível de controlo sobre os *outputs* e em que o objectivo é aumentar os *outputs* mantendo os níveis dos *inputs*, é aconselhável a utilização do modelo orientado para o *output*.

Também é necessária a escolha do tipo de modelo a utilizar na avaliação da eficiência, já que cada modelo tem as suas vantagens e implicações, e originam resultados relevantes. Por exemplo, no modelo CCR, com rendimentos constantes à escala, uma entidade pode ser, na sua actividade, comparada com entidades que operam a uma escala mais elevada ou mais reduzida, porque assume que qualquer escala de produção utilizada é uma escala óptima. Por outro lado, no modelo BCC, a restrição dos rendimentos constantes à escala é eliminada, pelo que cada entidade é apenas comparada com entidades que tenham uma escala de produção semelhante (Yu et al., 2007). A utilização do modelo com rendimentos constantes à escala pode subestimar a eficiência puramente técnica de uma entidade, incluindo os efeitos de escala

no cálculo das eficiências, uma vez que o *benchmarking* é efectuado utilizando entidades muito diferentes em termos de escala de operação e, possivelmente, mais eficientes em escala. A utilização de ambos os modelos permite fazer uma verificação cruzada dos resultados obtidos, pelo que pode ter utilidade na confirmação da DEA (Giannakis et al., 2005).

4.3. Conclusões do capítulo

O principal objectivo deste capítulo foi o estudo do modo de aplicação do método *Data Envelopment Analysis* na avaliação de eficiência da gestão de projectos no sector das *utilities*. Por ser um tipo de negócio com características muito próprias, nomeadamente por actuar em ambientes regulados e pela liberalização que muitas organizações de energia têm tido ao longo do tempo, uma análise deste tipo tem de ser robusta e com bases consistentes. Nesse sentido, estudou-se os principais artigos científicos que tenham explorado a aplicação desta metodologia na análise de eficiência em *utilities*. Assim, averigou-se potenciais parâmetros a serem utilizados na aplicação do modelo, nomeadamente quais os melhores *inputs* e *outputs* na gestão de projectos de *utilities*, quais as entidades susceptíveis de estudo no seu processo de conversão de *inputs* em *outputs* e qual o modelo e a sua orientação que melhor se adaptem a esta situação.

Ao nível de *inputs*, seguiu-se uma categorização já existente e que define quais os *inputs* mais utilizados na descrição de um dado processo. As categorias são i) capital, ii) mão-de-obra, iii) energia, iv) materiais e v) serviços. Determinou-se que as categorias capital e mão-de-obra são as mais utilizadas na aplicação da DEA, por representarem de modo mais completo a generalidade dos processos. Dentro da categoria mão-de-obra, o número de horas de trabalho é indicado o mais completo, uma vez que caracteriza todo o trabalho a executar por diferentes entidades, de forma homogénea.

As entidades a avaliar numa *utility* são inúmeras. Por exemplo, podem ser comparadas diferentes organizações dentro de um mesmo grupo, diferentes direcções dentro da mesma organização ou diferentes regiões abrangidas pelo negócio de uma mesma organização. No entanto, por se querer determinar a eficiência na gestão de projectos, dá-se principal enfoque nas áreas operacionais, por serem as entidades que realmente produzem o resultado final do projecto no terreno.

No capítulo seguinte, dar-se-á continuidade ao método DEA, fazendo a aplicação do mesmo. Serão especificadas as variáveis a utilizar com base no conhecimento adquirido neste capítulo.

5. Aplicação do modelo

Neste capítulo aplica-se do método DEA na análise de eficiência de um tipo de projectos, fundamental para a organização, os projectos de telecomando da rede de média tensão. Especifica-se o modelo a utilizar, de acordo com os temas que têm vindo a ser trabalhados, e apresenta-se os resultados obtidos.

5.1. Enquadramento

Como o tema indica, este trabalho tem como objectivo avaliar a eficiência da empresa na exposição ao risco através de uma gestão integrada de projectos. Assim, analisou-se a eficiência na mitigação do risco de um tipo de projectos, o projecto de telecomando dos postos de transformação de electricidade de média tensão, um tipo de projecto crítico na concretização da estratégia da organização. A avaliação feita incidiu sobre o ano de 2013 e abrange todos os projectos de telecomando em Portugal Continental.

O investimento da organização em projectos está afecto a várias direcções. Na tabela 5.1 é representada essa afectação nos anos de 2012 e 2013.

A Direcção de Automação e Telecontrolo (DAT) e as Direcções de Rede e Clientes (DRCs) em conjunto são responsáveis, em média, por 67% do investimento em projectos da EDP Distribuição (dados relativos a 2012 e 2013). Existem no total seis DRCs, cada uma responsável por uma zona do país: DRC Tejo (DRCT), DRC Mondego (DRCM), DRC Lisboa (DRCL), DRC Norte (DRCN), DRC Porto (DRCP) e DRC Sul (DRCS). São estas direcções, a DAT e a DRC local, as responsáveis pela implementação de projectos de telecomando. Por exemplo, um projecto de telecomando de um PT situado no distrito de Lisboa, é executado pela DAT e pela DRCL.

5. Aplicação do modelo

Tabela 5.1 – Investimento por direcção (anos 2012 e 2013)

Direcção	2012		2013	
	%	% Acumulada	%	% Acumulada
DPC	20,38%	20,38%	17,32%	17,32%
DRCT	13,57%	33,95%	13,49%	30,81%
DRCM	9,98%	43,93%	10,17%	40,98%
DRCL	9,60%	53,53%	9,64%	50,62%
DAT	9,45%	62,98%	10,43%	61,05%
DRCN	8,46%	71,44%	8,14%	69,19%
DRCP	8,33%	79,77%	7,70%	76,89%
DRCS	7,99%	87,76%	7,72%	84,61%
DMN	5,55%	93,31%	6,64%	91,25%
DGE	4,85%	98,16%	4,23%	95,48%
DOD	0,88%	99,04%	3,32%	98,80%
DGF	0,30%	99,34%	0,68%	99,48%
Outros	0,66%	100,00%	0,52%	100,00%

Este tipo de investimento tem tido desenvolvimentos interessantes ao longo dos últimos anos.

A figura 5.1 revela o investimento feito em projectos de telecomando no período 2008-2011.

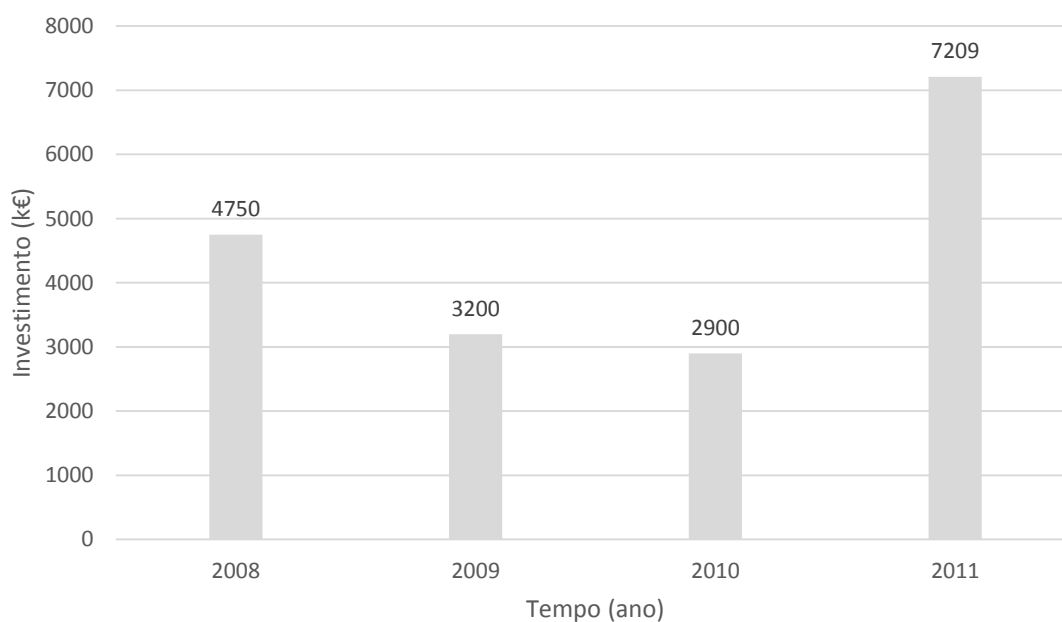


Figura 5.1 – Investimento em projectos de telecomando

Adaptado de: EDP – Energias de Portugal (2014)

Até 2010 o investimento neste tipo de projectos tinha vindo a decair, mas em 2011 foram investidos 7 209 000 €, significando um aumento em cerca de 149% face a 2010. Isto deve-se ao facto da estratégia da empresa ter-se alterado, no sentido de se tornar mais eficiente e de querer possuir uma rede de distribuição mais robusta. Esta alteração implicou a concretização de mais projectos de telecomando, de modo a garantir uma melhor qualidade na rede e possi-

bilitar uma maior eficiência operacional. Estes projectos vêm também em linha com o futuro da rede das redes de distribuição, isto é, o aumento de coordenação com as *smart grids*. Por fugir um pouco do âmbito deste trabalho, apesar da definição sucinta do conceito das *smart grids* feita no capítulo 3, não se aprofundará mais este tema. O leitor pode consultar o artigo de Joskow (2012) para mais informações acerca de *smart grids* e o seu impacto nas redes de distribuição.

5.2. Objecto – projectos de telecomando

Os projectos de telecomando são internamente designados por TCMT, abreviatura para Tele-Comando de Média Tensão.

Os projectos de TCMT integram um programa de investimento da EDP Distribuição que visa dotar a rede de média tensão de automatismos que permitam executar determinadas operações à distância. Estes projectos são classificados como investimento estruturante, na classificação feita pela organização e apresentada no capítulo 3.

Em termos de retorno de investimento, os projectos de TCMT actuam em quatro pontos específicos:

- Redução no tempo de reposição da rede de MT no caso de avarias, reduzindo o TIEPI e as penalizações impostas pelo regulador nestas situações;
- Permite reduzir o tempo despendido nas operações de manutenção programadas;
- Permite uma poupança de recursos;
- Aumenta a segurança nas operações.

Grande parte das obras dos projectos de telecomando consiste em introduzir órgãos de corte de rede (OCRs) e unidades remotas de rede (URRs) na rede de distribuição. Na figura 5.2 pode-se observar a correlação negativa entre o número de instalações e o TIEPI.

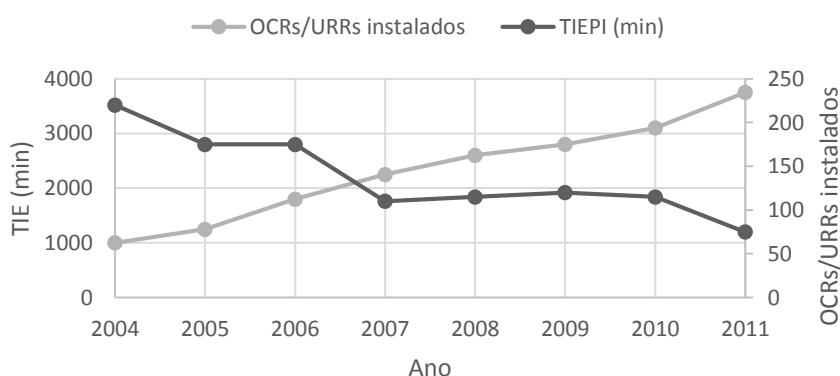


Figura 5.2 – Relação entre TIEPI e instalações telecomandadas

5. Aplicação do modelo

Adaptado de: EDP - Energias de Portugal, 2014b

Os projectos de TCMT envolvem muitas obras, da responsabilidade de duas direcções: DAT e a DRC local. As DRCs são responsáveis pela implementação de motorização no local que se quer telecomandar e a DAT introduz a tecnologia necessária ao telecomando. Os tipos de obras envolvidos nos projectos de TCMT são apresentados na tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Obras dos projectos de TCMT

Direcção	Natureza	Obras
DAT	Telecomando	<ul style="list-style-type: none">- Motorização de aparelhos existentes- Substituição de aparelhos- Novo posto de transformação (PT)- Preparação de poste para montagem de órgão de corte de rede (OCR)
DRC	Motorização	<ul style="list-style-type: none">- Montagem de toros, unidade remota de rede (URR) e comissionamento- Remodelação integral de posto de seccionamento e transformação (PST)- Instalação de órgão de corte de rede (OCR) e comissionamento

Um projecto de TCMT tem sempre obras associadas que são desenvolvidas pelas direcções responsáveis. O investimento, em tempo e em dinheiro, no projecto é estimado pelo total investido pelas duas direcções e depende do tipo de obra que se executa e da qualidade da implementação. Para cada tipo de obra dos projectos de TCMT, existem WBS's que servem de ferramenta de controlo do andamento do projecto, para cumprimento de custo e de tempo. As WBS's associadas aos projectos de projecto de Telecomando de PTs e à aquisição de OCRs podem ser consultadas no Anexo II (WBS's simplificadas)

5.3. Especificação do modelo

De modo a utilizar o método DEA na análise de projectos, primeiro definiu-se as variáveis a utilizar para que o estudo produzisse resultados coerentes. As variáveis que se têm de definir dizem respeito às *decision making units* (DMUs), aos *inputs* e aos *outputs* do método DEA. A análise é feita sobre os projectos de telecomando da rede de distribuição durante 2013.

5.3.1. *Decision making units*

As entidades que se querem avaliar convertem os *inputs* do projecto no seu resultado final, os *outputs*. Nos projectos de telecomando dos postos de transformação, as entidades responsáveis pela implementação e execução do projecto, no local, são as áreas operacionais da EDP Distribuição. São no total 25 áreas operacionais a operarem em Portugal e todas tiveram projectos deste tipo no ano de 2013. As áreas operacionais são as DMUs que se vão utilizar e avaliar a eficiência relativa de cada uma delas na implementação dos projectos. Na tabela 5.3 são apresentadas as DMUs envolvidas na análise, bem como algumas características relevantes como o número de postos de transformação (PT) e o número de órgãos de corte de rede (OCR)

5. Aplicação do modelo

implementados por cada DMU. É fornecida, adicionalmente, as localizações dos PTs mais relevantes, para cada DMU.

Tabela 5.3 – DMUs do modelo

DMU	Zona	PT	OCR	Observações
Aveiro	Misto	2	7	PTs em Aveiro
Beja	Misto	3	3	PTs em Sines
Braga	Misto	3	10	2 PTs em Braga
Bragança	Rural	2	1	PTs: Macedo de Cavaleiros e Mirandela
C. Rainha	Rural	8	9	PTs: Alcobaça, F. Arelho, Alenquer, Mt. Agraço
C. Branco	Misto	3	8	2 PT: Oliveira do Hospital, Idanha-a-Nova
Coimbra	Urbano	10	4	7 PTs em Coimbra
Évora	Misto	4	1	1 PT em Mora
Faro	Urbano	25	0	
Guarda	Misto	8	9	6 PT na Covilhã
Guimarães	Misto	3	18	PTs em Vila Nova de Famalicão
Leiria	Misto	9	17	
Lisboa	Urbano	52	0	
Loures	Urbano	46	4	
Maia	Urbano	33	34	
Penafiel	Misto	1	12	PT em Amarante
Portalegre	Misto	7	2	5 PTs em Portalegre, 2 em Campo Maior
Portimão	Urbano	13	4	
Porto	Urbano	74	1	
Santarém	Misto	0	5	
Setúbal	Misto	18	0	11 PTs: Setúbal
V. do Castelo	Rural	3	7	3 PTs: 2 Ponte de Lima, 1 Paredes de Coura
Vila da Feira	Misto	13	18	
Vila Real	Rural	1	8	PT em Chaves
Viseu	Misto	3	4	PTs em Viseu

Em 2013 foram telecomandados 344 PTs, com uma média de 14 por DMU, e foram colocados 186 OCR, com uma média de 7 por DMU. O número de PTs telecomandados e OCRs implementados é variável, consoante a DMU e a localização geográfica respectiva. Existe, assim, uma grande dispersão a este nível, verificando-se que ao nível dos PTs telecomandados, as DMUs de Lisboa, Loures, Maia e Porto se destacam das outras, sendo cerca de 60% das obras feitas por estas DMUs.

5.3.2. Inputs

Na selecção dos *inputs* do modelo, teve-se em atenção os factores que podem influenciar o risco, bem como as variáveis que tradicionalmente são utilizadas nos estudos de eficiência nos negócios de energia eléctrica.

5. Aplicação do modelo

O tempo e o custo são duas das dimensões principais na gestão de projectos, e a sua relação é a mais importante, existindo um *trade-off* directo entre elas. Uma redução no tempo do projecto resulta, geralmente, num aumento dos custos.

O tempo e o capital são os *inputs* utilizados mais frequentemente em estudos de eficiência. Estas duas variáveis contemplam, de um modo muito amplo, a agregação de todos os recursos envolvidos num dado processo que consuma tempo e capital. Importa realçar que o indicador que melhor traduz a carga de trabalho de um determinado projecto é o número total de horas de trabalho do projecto.

Adicionalmente, nos estudos de eficiência em organizações de energia eléctrica, os *inputs* mais utilizados são *operational expenditure* (OPEX), *capital expenditure* (CAPEX) ou *total expenditure* (TOTEX). A escolha frequente de *inputs* de carácter monetário tem a ver com o objectivo de medir a eficiência relacionada com os custos destas organizações (Mota, 2004).

Assim, os *inputs* considerados na avaliação da eficiência dos projectos de telecomando são o tempo e o valor monetário que foram necessários na sua implementação. Considerou-se também como importante a integração do número de projectos realizado por cada DMU nos *inputs*. O número de projectos de telecomando foi 314, em 2013. No entanto, no que toca a obras implementadas por meio destes projectos de investimento, foram feitas 1054 obras. A grande variabilidade no número de projectos executados pelas várias DMUs sugere escalas de produção muito distintas, sendo razoável querer analisar a contribuição do número de projectos executados na eficiência das DMUs.

Deste modo, para cada DMU, foram considerados os *inputs*:

- Investimento por projecto – corresponde à razão entre o investimento total acumulado dos projectos de telecomando e o número de projectos executados, por parte de uma DMU, no ano de 2013. A sua unidade é €/projecto. Para facilitar o tratamento de dados, este *input* terá o código X_1 .
- Tempo por projecto – corresponde à razão entre o número de meses acumulados em que a DMU esteve envolvida em projectos de telecomando e o número de projectos executados, no ano de 2013. A sua unidade é mês/projecto. Para facilitar o tratamento de dados, este *input* terá o código X_2 .

Os dados associados aos projectos de telecomando, no ano de 2013, em termos de tempo, investimento e número de projectos, foram disponibilizados pela organização. Um resumo da utilização dos dois *inputs*, por cada DMU, é apresentado na tabela 5.4.

5. Aplicação do modelo

Tabela 5.4 – *Inputs* do modelo

DMU	X ₁ (€/projecto)	X ₂ (mês/projecto)
Aveiro	37004,00	8,80
Beja	29569,50	15,75
Braga	31012,00	11,38
Bragança	32706,50	15,00
C. Rainha	24890,88	13,63
C. Branco	32376,33	13,17
Coimbra	25086,50	9,63
Évora	19983,75	15,00
Faro	77623,52	22,60
Guarda	31797,33	13,78
Guimarães	32656,15	12,38
Leiria	31100,00	13,44
Lisboa	15870,05	12,14
Loures	23459,07	9,93
Maia	30014,10	12,59
Penafiel	23864,55	12,09
Portalegre	33423,33	12,00
Portimão	16180,53	15,27
Porto	28519,67	11,81
Santarém	20000,00	12,80
Setúbal	79600,67	13,33
V. do Castelo	45848,50	15,25
Vila da Feira	47276,56	10,78
Vila Real	25100,14	14,57
Viseu	27 576,60	8,00
Total	822 540,23	325,11
Média	32901,61	13,00

5.3.3. *Outputs*

A definição dos *outputs* do modelo de análise provém da matriz de risco da organização e assentam nos seus valores de negócio. Na descrição da análise de risco (secção 3.2.3.), é fornecida a matriz de risco bem como a explicação de como a matriz é utilizada pela organização. Os projectos são avaliados em relação à matriz de risco, que contempla cinco valores de negócio, e são medidos os impactos em termos de variação do risco que cada projecto provoca. Utilizou-se esses cinco valores de negócio da matriz de risco como *outputs*, pretendendo reflectir o resultado em termos de impacto no risco provocados pelos projectos de telecomando. Relembra-se que a avaliação do risco é feita a montante da execução dos projectos, estando integrada no modelo de selecção de projectos. No entanto, neste trabalho, utiliza-se a mesma matriz

5. Aplicação do modelo

para a avaliação dos *outputs*, segundo os valores de negócio, numa posição a jusante da execução dos projectos de telecomando.

Foram consideradas as situações iniciais (antes dos projectos) e as situações pós-investimento. A análise de risco realizada a montante da execução de projecto faz uma estimativa do impacto de um projecto em termos de risco nos valores de negócio. Neste trabalho, considera-se o impacto real que os projectos tiveram pois a situação é de pós-investimento. Foi, então, feita uma avaliação do impacto médio dos projectos executados por cada DMU, no ano de 2013, em termos de variação de risco.

Na tabela 5.5 apresentam-se os vários valores de negócio (*outputs*) e a respectiva codificação.

Tabela 5.5 – *Outputs* do modelo e respectiva codificação

Valor de negócio	Código
Segurança das Pessoas	Y ₁
Ambiente	Y ₂
Repercussão nos media e população	Y ₃
TIEPI MT Interno	Y ₄
Resultados	Y ₅

A avaliação de risco dos 1054 projectos de telecomando foi realizada por uma equipa. Em conjunto com a DAT, composta por dois elementos com elevado conhecimento dos projectos de telecomando e por um gestor de projectos, avaliou-se o impacto médio nos valores de negócio (por projecto), por DMU, que corresponde aos valores dos *outputs* que foram utilizados no modelo DEA e que podem ser observados na tabela 5.6.

Assim, os *outputs* obtidos resultam da diferença entre a classificação, através da matriz de risco, do sistema antes da execução do projecto e pós-execução. Uma análise da tabela 5.6 permite constatar que não existe grande variabilidade nos *outputs*, isto é, existe proximidade de valores do impacto nos *outputs*. As maiores variações estão relacionadas com o tipo de zona onde o projecto é implementado (urbana, rural ou mista), o número de órgãos de OCRs, que tem um impacto negativo para o ambiente, e o número de PTs telecomandados que tem uma correlação positiva com o número de acidentes em operações e uma correlação negativa com o TIEPI.

5. Aplicação do modelo

Tabela 5.6 – *Outputs* do modelo

DMU	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅
Aveiro	111	24	24	54	7
Beja	111	24	24	54	7
Braga	111	24	24	54	7
Bragança	24	24	8	24	9
C. Rainha	24	24	8	24	9
C. Branco	111	24	24	54	7
Coimbra	111	9	54	111	7
Évora	111	24	24	54	7
Faro	111	9	54	111	7
Guarda	111	24	24	54	7
Guimarães	111	24	24	54	7
Leiria	111	24	24	54	7
Lisboa	111	9	54	111	7
Loures	111	9	54	111	7
Maia	111	9	54	111	7
Penafiel	111	24	24	54	7
Portalegre	111	24	24	54	7
Portimão	111	9	54	111	7
Porto	111	9	54	111	7
Santarém	111	24	24	54	7
Setúbal	111	24	24	54	7
V. do Castelo	24	24	8	24	9
Vila da Feira	111	24	24	54	7
Vila Real	24	24	8	24	9
Viseu	111	24	24	54	7
Média	97	20	30	65	7

5.3.4. O modelo

O modelo utilizado tem orientação para o *input*. A escolha na orientação do modelo tem a ver com o controlo que a gestão tem nas variáveis a estudar: um maior controlo nos *inputs* deve levar a uma orientação para o *input* e um maior controlo nos *outputs* deve levar a uma orientação para o *output*. Com efeito, para os *inputs* e *outputs* utilizados na construção do modelo deste trabalho, existe um maior controlo da gestão sobre os *inputs*, ou seja, sobre o investimento e sobre o tempo dos projectos. Nessa óptica, a orientação deve ser para o *input*, procurando a sua minimização para um determinado nível de *outputs*, com vista a um aumento da eficiência. O que está de acordo com a literatura no que diz respeito à aplicação da DEA em *utilities* ter, geralmente, orientação para o *input* (Giannakis et al., 2005; Kwoka & Pollitt, 2010).

O modelo BCC foi escolhido para esta análise. Este modelo, por permitir que uma DMU seja comparada apenas com o conjunto de DMUs que operam a uma escala semelhante, está mais alinhado com o objecto avaliado neste trabalho, uma vez que cada DMU tem efectivamente o controlo sobre a escala de *inputs* que utiliza. Adicionalmente recorreu-se ao modelo CCR que, em conjunto com o modelo BCC, fornece as pontuações das eficiências de escala para as várias DMUs, permitindo identificar as DMUs que devem melhorar o seu processo em escala. Adicionalmente, determinam que, no caso de utilização de variáveis sob a forma de rácios, o modelo BCC é o modelo que deve ser utilizado. Os autores fundamentam que, na presença de variáveis representadas por rácios, o modelo CCR é tecnicamente incorrecto (Hollingsworth & Smith, 2003).

5.4. Análise de resultados

5.4.1. Aplicação do modelo

As variáveis indicadas foram utilizadas na construção do modelo e a aplicação do mesmo foi feita através de um *software* gratuito designado MaxDEA (pode ser obtido em www.maxdea.cn). Foram vários os resultados obtidos pela aplicação do modelo:

1. Eficiência técnica de cada DMU;
2. Folgas para cada variável do modelo;
3. Como é feito o *benchmarking* entre as DMUs;
4. Valores meta a atingir para as DMUs serem eficientes.
5. Eficiência de escala de cada DMU.

5.4.2. Pontuações de eficiência

O primeiro resultado que a DEA fornece é a pontuação de eficiência de cada DMU. A tabela 5.7 revela os resultados obtidos, bem como o número de vezes que cada DMU foi utilizada como *benchmark* para outra DMU. Sendo que se aplicou o modelo BBC, as pontuações obtidas são de eficiência puramente técnica, pois o modelo permite rendimentos à escala variáveis.

A eficiência média das DMUs é de 86%. Das 25 DMUs analisadas, apenas 7 têm uma pontuação de eficiência igual a 1, tendo as restantes 18 DMUs uma pontuação inferior a 1 sendo, por isso, ineficientes. As DMUs cuja pontuação de eficiência é igual a 1 apenas são eficientes se as folgas (nos *inputs* e *outputs*) forem nulas. É necessário, então, analisar as folgas resultantes da aplicação da DEA.

5. Aplicação do modelo

Tabela 5.7 – Pontuações e *benchmarking*

DMU	Pontuação	Utilizações como <i>benchmark</i>
Aveiro	0,91	0
Beja	0,74	0
Braga	0,82	0
Bragança	0,91	0
C. Rainha	1	3
C. Branco	0,76	0
Coimbra	1	3
Évora	1	0
Faro	0,43	0
Guarda	0,75	0
Guimarães	0,77	0
Leiria	0,77	0
Lisboa	1	1
Loures	1	2
Maia	0,79	0
Penafiel	0,94	0
Portalegre	0,77	0
Portimão	0,98	0
Porto	0,83	0
Santarém	1	8
Setúbal	0,60	0
V. do Castelo	0,89	0
Vila da Feira	0,74	0
Vila Real	0,99	0
Viseu	1	11
Média	0,86	

Tendo-se utilizado o método DEA com orientação para o *input*, a projecção de unidades eficientes na fronteira de produtividade é conseguida reduzindo os *inputs*, para um determinado nível de *outputs*. Assim, em primeiro lugar são calculadas as folgas para os *inputs*. Apenas nas DMUs em que as folgas nos *inputs* não são suficientes para que estas se tornem eficientes é que haverá folgas nos *outputs*. Neste modelo, as folgas criadas são todas nos *inputs*, pelo que não existem folgas nos *outputs*. Estas folgas são apresentadas na tabela 5.8.

5. Aplicação do modelo

Tabela 5.8 – Folgas nos *inputs*

DMU	X ₁ (€/projecto)	X ₂ (mês/projecto)
Aveiro	-6063,40	0
Beja	0	0
Braga	0	0
Bragança	-4817,53	0
C. Rainha	0	0
C. Branco	0	0
Coimbra	0	0
Évora	0	0
Faro	-7972,19	0
Guarda	0	0
Guimarães	0	0
Leiria	0	0
Lisboa	0	0
Loures	0	0
Maia	0	0
Penafiel	0	0
Portalegre	0	0
Portimão	0	-2,83
Porto	0	0
Santarém	0	0
Setúbal	-20183,80	0
V. do Castelo	-16072,13	0
Vila da Feira	-7515,28	0
Vila Real	0	-0,82
Viseu	0	0

As folgas representam situações de ineficiência nas quais o *mix* de *inputs* consumido pelas DMUs não é óptimo, ou seja, um ou mais *inputs* são consumidos de forma excessiva, em relação à necessária para se obter o nível de *outputs* desejável. Analisando os resultados obtidos pelas e que se encontram nas tabelas 5.7 e 5.8, podem existir três situações:

- DMUs com pontuação de eficiência 1 e com todas as folgas nulas. São DMUs eficientes, cujo nível de consumo de *inputs*, para os seus *outputs*, deve manter-se;
- DMUs com pontuação de eficiência inferior a 1 e com todas as folgas nulas. Neste caso, as DMUs são ineficientes e a origem da ineficiência está na utilização excessiva e proporcional de todos os *inputs*. O facto de a folga ser nula indica que o *mix* de *inputs* é adequado e que, para se tornar eficiente, a DMU deve reduzir proporcionalmente todos os *inputs*, mantendo os *outputs*;
- DMUs com pontuação de eficiência inferior a 1 e pelo menos uma folga não nula. As DMUs nesta situação são ineficientes devido à utilização excessiva de todos os

5. Aplicação do modelo

inputs e à utilização especialmente excessiva de um ou mais *inputs*. Nesta situação o *mix* de consumo dos *inputs* não é óptimo e uma redução proporcional dos *inputs* não bastará para que a DMU se torne eficiente. Será necessário a redução dos *inputs* com folga para que o *mix* de utilização seja óptimo.

Na tabela 5.9 apresenta-se as classificações das DMUs, em termos de eficiência, segundo as três classificações propostas.

Tabela 5.9 – Classificação das DMUs

Classificação	DMUs
DMUs eficientes com folga nula	C. Rainha, Coimbra, Évora, Lisboa, Loures, Santa-rém e Viseu
DMUs não eficientes com folga nula	Beja, Braga, C. Branco, Guarda, Guimarães, Leiria, Maia, Penafiel, Portalegre e Porto
DMUs não eficientes com folga não nula	Aveiro, Bragança, Faro, Portimão, Setúbal, V. do Castelo, Vila da Feira e Vila Real

Assim, as DMUs ineficientes devem reduzir proporcionalmente o seu consumo em todos os *inputs*. As DMUs ineficientes com folgas não nulas devem, adicionalmente, reduzir os *inputs* que estão a ser utilizados de forma particularmente excessiva. Desta forma, analisou-se a pontuações de eficiência e as folgas destas DMUs, de modo a identificar explicitamente as fontes de ineficiência e os *inputs* que estão a ser utilizados de modo excessivo em relação à proporção. Esta informação encontra-se mais detalhada na tabela 5.10.

Tabela 5.10 – Fontes de ineficiência

DMU	Fonte de ineficiência	Valor por projecto
Aveiro	Excesso no <i>input</i> X_1	6063,40 €
Bragança	Excesso no <i>input</i> X_1	4817,53 €
Faro	Excesso no <i>input</i> X_1	7972,19 €
Setúbal	Excesso no <i>input</i> X_1	20183,80 €
V. do Castelo	Excesso no <i>input</i> X_1	16072,13 €
Vila da Feira	Excesso no <i>input</i> X_1	7515,28 €
Portimão	Excesso no <i>input</i> X_2	2,83 Meses
Vila Real	Excesso no <i>input</i> X_2	0,82 Meses

Na tabela 5.10 identificam-se os excessos nos *inputs*, em relação à proporção óptima a utilizar, indicando o valor, por projecto, que deve ser reduzido. Para melhor visualização, fez-se a distinção entre os excessos existentes para os dois *inputs* X_1 e X_2 . Para todas as DMUs ineficientes identificadas na tabela 5.10, o seu *mix* de consumo de *inputs* deve alterar-se, reduzindo-se os *inputs* que têm um consumo particularmente excessivo. Por isso, têm de ser propostas acções de melhoria. Por exemplo, a DMU Aveiro deve reduzir em 6063,40€ o seu investimento, por projecto, para passar a operar com a proporção de *inputs* óptima.

5.4.3. Benchmarking

No sentido de conseguir as desejadas reduções nos *inputs*, mantendo o nível de *outputs*, pode ser feita uma análise comparativa com as DMUs eficientes, identificadas pela DEA. São estas DMUs que servem de *benchmark* e que indicam o caminho para uma maior eficiência, apresentando um conjunto de boas práticas que as DMUs ineficientes devem seguir. Para cada DMU ineficiente são então indicados os melhores *benchmarks* na tabela 5.11.

Tabela 5.11 – Benchmarking

DMU	Pontuação	Benchmark	λ_j	Benchmark	λ_j
Aveiro	0,91	Viseu	1		
Beja	0,74	Santarém	0,76	Viseu	0,24
Braga	0,82	Santarém	0,28	Viseu	0,72
Bragança	0,91	C. Rainha	1		
C. Branco	0,76	Santarém	0,41	Viseu	0,59
Faro	0,43	Coimbra	1		
Guarda	0,75	Santarém	0,49	Viseu	0,51
Guimarães	0,77	Santarém	0,32	Viseu	0,68
Leiria	0,77	Santarém	0,49	Viseu	0,51
Maia	0,79	Coimbra	0,09	Loures	0,91
Penafiel	0,94	Santarém	0,69	Viseu	0,31
Portalegre	0,77	Santarém	0,25	Viseu	0,75
Portimão	0,98	Lisboa	1		
Porto	0,83	Coimbra	0,22	Loures	0,78
Setúbal	0,60	Viseu	1		
V. do Castelo	0,89	C. Rainha	1		
Vila da Feira	0,74	Viseu	1		
Vila Real	0,99	C. Rainha	1		

O conjunto de DMUs com as quais uma determinada DMU é comparada (*benchmarks*) é designado por *Efficiency Reference Set* (ERS) e a cada elemento deste conjunto é-lhe associado um valor λ que representa a contribuição dessa DMU na comparação efetuada. Quanto maior for o λ de uma DMU maior é a preponderância dessa DMU como elemento de *benchmarking*. As DMUs Santarém e Viseu são as mais utilizadas como *benchmarks* para as outras DMUs, aparecendo como referência 8 e 11 vezes, respectivamente. Para as DMUs Beja, Braga, C. Branco, Guarda, Guimarães, Leiria, Penafiel e Portalegre, os principais *benchmarks* são efectivamente Santarém e Viseu. Para as DMUs Aveiro, Setúbal e Vila da Feira, Viseu é o único *benchmark*, pelo que estas DMUs conseguem fazer um *benchmarking* muito directo. No sentido de se tornarem eficientes, estas DMUs devem seguir as boas práticas utilizadas pela DMU Viseu, utilizando o mesmo nível de *inputs* e mantendo os *outputs*. Bragança e V. do Castelo utilizam também um único *benchmark*, a DMU Coimbra. As DMUs Faro e Portimão também têm apenas um *benchmark* que são Coimbra e Lisboa, respectivamente. Por último, as DMUs da Maia e do Porto utilizam como *benchmarks* as DMUs Coimbra e Loures, em que esta última deve ter

5. Aplicação do modelo

maior preponderância na análise dos dois casos, por possuir um λ de 0,91 e 0,78, respectivamente.

5.4.4. Valores meta

A DEA, além de fornecer os resultados descritos, fornece com rigor os valores meta dos *inputs* e *outputs* a atingir, para cada DMU, no sentido de ser tornarem eficientes. Como referido no capítulo 2, o valor meta para um determinado *input* é dado pela soma do valor actual de *input* multiplicado pelo seu valor de eficiência com a folga que lhe está associada. Isto significa que, uma DMU para se tornar eficiente, deve reduzir os seus *inputs* de modo a ter folgas nulas e, ao mesmo tempo, reduzir proporcionalmente todos os seus *inputs* até se posicionar sobre a fronteira de produtividade. Na tabela 5.12 encontram-se os valores meta para todas as DMUs.

Tabela 5.12 – Valores meta para os *inputs* e *outputs*

DMU	X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅
Aveiro	27576,60	8,00	111	24	24	54	7
Beja	21841,18	11,63	111	24	24	54	7
Braga	25462,37	9,34	111	24	24	54	7
Bragança	24890,88	13,63	24	24	8	24	9
C. Rainha	24890,88	13,63	24	24	8	24	9
C. Branco	24486,12	9,96	111	24	24	54	7
Coimbra	25086,50	9,63	111	9	54	111	7
Évora	19983,75	15,00	111	24	24	54	7
Faro	25086,50	9,63	111	9	54	111	7
Guarda	23875,04	10,35	111	24	24	54	7
Guimarães	25149,37	9,54	111	24	24	54	7
Leiria	23897,50	10,33	111	24	24	54	7
Lisboa	15870,05	12,14	111	9	54	111	7
Loures	23459,07	9,93	111	9	54	111	7
Maia	23602,34	9,90	111	9	54	111	7
Penafiel	22339,16	11,32	111	24	24	54	7
Portalegre	25661,51	9,21	111	24	24	54	7
Portimão	15870,05	12,14	111	9	54	111	7
Porto	23809,89	9,86	111	9	54	111	7
Santarém	20000,00	12,80	111	24	24	54	7
Setúbal	27576,60	8,00	111	24	24	54	7
V. do Castelo	24890,88	13,63	24	24	8	24	9
Vila da Feira	27576,60	8,00	111	24	24	54	7
Vila Real	24890,88	13,63	24	24	8	24	9
Viseu	27576,60	8,00	111	24	24	54	7

O modelo, por ser orientado para o *input*, procura em primeiro lugar alternativas para a eficiência através de alterações nos *inputs*. Caso não exista possibilidade de uma DMU se tornar eficiente apenas através da redução dos seus *inputs*, a DEA propõe o aumento nos *outputs*. No entanto, na análise das folgas das variáveis foi estabelecido que, neste caso, não existem fol-

5. Aplicação do modelo

gas nos *outputs*. Faltava saber se existiriam aumentos proporcionais nos *outputs* para a obtenção da eficiência, em alguma das DMUs. Como se pode ver na tabela 5.12, os valores meta atribuídos aos *outputs* são iguais aos valores já utilizados pelas DMUs pelo que a DEA não prevê que seja necessário o aumento de nenhum *output*, a par das reduções nos *inputs* faladas.

5.4.5. Eficiências de escala

Foi aplicado o modelo CCR, além do modelo BCC, para estimar o valor das eficiências de escala, para cada DMU. Não se fará a análise das eficiências obtidas pelo modelo CCR, por se considerar que o modelo BCC é aquele que melhor traduz esta situação. Na tabela 5.13 apresenta-se as pontuações dos diferentes tipos de eficiências das DMUs, bem como a caracterização dos seus rendimentos à escala.

Tabela 5.13 – Eficiências de escala

DMU	Eficiência técnica	Eficiência puramente técnica	Eficiência de escala	Rendimentos à escala
V. do Castelo	0,72	0,89	0,81	Decrescente
Bragança	0,85	0,91	0,93	Decrescente
Vila Real	0,98	0,99	0,99	Decrescente
Faro	0,43	0,43	1	Constante
Setúbal	0,6	0,6	1	Constante
Beja	0,74	0,74	1	Constante
Vila da Feira	0,74	0,74	1	Constante
Guarda	0,75	0,75	1	Constante
C. Branco	0,76	0,76	1	Constante
Guimarães	0,77	0,77	1	Constante
Leiria	0,77	0,77	1	Constante
Portalegre	0,77	0,77	1	Constante
Maia	0,79	0,79	1	Constante
Braga	0,82	0,82	1	Constante
Porto	0,83	0,83	1	Constante
Aveiro	0,91	0,91	1	Constante
Penafiel	0,94	0,94	1	Constante
Portimão	0,98	0,98	1	Constante
C. Rainha	1	1	1	Constante
Coimbra	1	1	1	Constante
Évora	1	1	1	Constante
Lisboa	1	1	1	Constante
Loures	1	1	1	Constante
Santarém	1	1	1	Constante
Viseu	1	1	1	Constante

5. Aplicação do modelo

A tabela 5.13 tem a informação ordenada. Primeiro estão posicionadas as DMUs com ineficiência em escala, por ordem crescente. Depois, encontram-se as DMUs cuja eficiência em escala é 1, ordenadas segundo ordem crescente de eficiência técnica.

Apenas três DMUs têm uma eficiência de escala inferior a 1: Bragança, V. do Castelo e Vila Real. As três DMUs operam na parte da fronteira de produtividade que possui rendimentos à escala decrescentes, pelo que a sua ineficiência resulta de estarem a operar com uma dimensão superior à escala de produção óptima. Efectivamente, estas DMUs utilizam pelo menos um dos *inputs* de forma muito excessiva (têm folga não nula pelo menos para um *input*) e o nível dos seus *outputs* são visivelmente inferiores aos das restantes DMUs. Os valores meta indicados na secção 5.4.4, para estas DMUs, provocariam um aumento de eficiência quer técnica quer em escala. O modelo CCR, por considerar que qualquer escala de produção é óptima, tem as ineficiências de escala “escondidas” nas pontuações de eficiência técnica. O modelo BCC, por sua vez, considera diferentes escalas de produção, pelo que as pontuações de eficiência fornecidas por este modelo são as pontuações de eficiência puramente técnica. Assim, uma DMU que opere com uma escala óptima (eficiência de escala igual a 1) terá pontuações de eficiência técnica e eficiência puramente técnica iguais. Também este facto pode ser observado na tabela 5.13.

5.4.6. Discussão de resultados

Com a aplicação da DEA na análise da eficiência relativa das DMUs na implementação de projectos de telecomando, vários resultados foram conseguidos, contemplando informação rigorosa e relevante de apoio à decisão da gestão. Detalhar essa informação e a forma como pode ser utilizada para benefício da organização é o objecto desta subsecção.

As variáveis utilizadas na modelação do problema definem, na óptica da organização, a actividade a avaliar. A recolha das variáveis de *inputs* e *outputs* dizem respeito aos 1054 projectos de telecomando realizados no ano de 2013 e, por isso, é a informação mais próxima das práticas utilizadas actualmente. Não houve alterações tecnológicas significativas na implementação deste tipo de projectos que possa ter levado a uma mudança do paradigma em relação ao presente ano, pelo que os resultados obtidos são, de facto, representativos da realidade actual.

Existem correlações entre os vários *outputs* utilizados no modelo. A literatura científica indica que a utilização de pares de variáveis correlacionadas não implica resultados incorrectos do método DEA. No entanto, a existência destas correlações poderá implicar que um ou mais variáveis incluídas no modelo são redundantes, isto é, na sua ausência o modelo produziria os mesmos resultados (Dyson et al., 2001). Neste trabalho, optou-se por utilizar como *outputs* todos os valores de negócio presentes na matriz de risco da organização, uma vez que um dos objectivos principais deste trabalho é preparar a organização para a utilização do método DEA

5. Aplicação do modelo

na avaliação de outros projectos. A existência de correlação entre variáveis na aplicação da DEA aos projectos de telecomando não implicar que haja correlação entre variáveis quando a análise incidir sobre outro tipo de projectos.

Primeiramente, no conjunto de 25 DMUs avaliadas são fornecidas as pontuações de eficiência de cada uma delas. A média das pontuações de eficiência é 0,86, ou seja, 86%. Intuitivamente, este resultado indica que a organização, no seu todo, poderia utilizar menos 14% em tempo e investimento para obter os mesmos níveis de *ouputs*. No geral, as DMUs operam a um bom nível de eficiência, mas existe margem para melhoria.

Para fazer a classificação de uma DMU (eficiente ou ineficiente), é necessário analisar em conjunto com a pontuação de eficiência, as folgas que lhe estão associadas. No total foram identificadas 7 DMUs eficientes, uma vez que a sua pontuação é igual a 1 e apresentam folgas nulas. Não existe na amostra DMUs com eficiência fraca, ou seja, DMUs cuja pontuação de eficiência seja igual a 1 e que tenham folgas não nulas, contemplando os casos em que as DMUs se encontram na fronteira de produtividade mas, mesmo assim, podem melhorar o seu processo produtivo.

As restantes 18 DMUs são consideradas ineficientes na sua produção, uma vez que consomem *inputs* de modo excessivo, quando em comparação com as DMUs eficientes. Para se tornarem eficientes, estas DMUs devem reduzir o seu consumo de *inputs*, mantendo os níveis de produção de *ouputs*.

Desenvolveu-se uma categorização das DMUs consoante as pontuações de eficiência obtidas, de modo a identificar quais as DMUs cuja preocupação deve ser maior. A categorização foi feita de acordo com o trabalho desenvolvido por Yang (2009):

- DMUs robustamente eficientes são aquelas cuja eficiência é igual a 1 e não têm folgas associadas. Estas DMUs são robustas uma vez que não é expectável que a sua eficiência diminua excessivamente, a não ser que haja um factor especial que altere as condições do modelo. A pontuação de eficiência das DMUs pertencentes a este grupo é 1.
- DMUs marginalmente ineficientes são DMUs cujas pontuações de eficiência são superiores a 0,9 mas inferiores a 1. Estas DMUs são as principais candidatas a tornarem-se eficientes, uma vez que uma pequena redução num dos *inputs* pode ser suficiente para as tornar eficientes. Estas DMUs são susceptíveis de se tornarem eficientes a curto prazo, porque esta melhoria não implica alterações significativas no processo.
- DMUs com ineficiência média são aquelas que têm uma eficiência entre 0,7 e 0,9. Estas DMUs não operam com uma eficiência elevada, utilizando *inputs* em excesso

5. Aplicação do modelo

para os resultados que apresentam. O modelo de funcionamento das DMUs robustamente eficientes deve ser observado e imitado para que as melhores práticas sejam implementadas nestas DMUs e, com isso, haja aumento na sua eficiência. É de esperar que após as acções serem tomadas melhorias só se façam sentir a médio prazo.

- DMUs distintamente ineficientes são aquelas cujas pontuações de eficiência são reduzidas (inferiores a 0,7). A sua eficiência, por ser tão reduzida quando em comparação com outras que realizam a mesma actividade, indicia que existem problemas no modo como está a ser feita a gestão dos seus *inputs* na concretização de *outputs*. Não é expectável uma optimização destas DMUs a curto prazo; será necessário, além de uma aproximação às melhores práticas observadas, realizar acções correctivas no processo.

Na figura 5.3 apresenta-se a classificação das DMUs pelos grupos descritos.

Grupo	DMUs	Frequência	%
<0,7	Faro, Setúbal	2	8
0,7 - 0,9	Beja, Braga, C. Branco, Guarda, Guimarães, Leiria, Maia, Portalegre, Porto, V. do Castelo, Vila da Feira	11	44
0,9 - 0,99	Aveiro, Bragança, Penafiel, Portimão, Vila Real	5	20
1	C. Rainha, Coimbra, Évora, Lisboa, Loures, Santarém, Viseu	7	28
		25	100

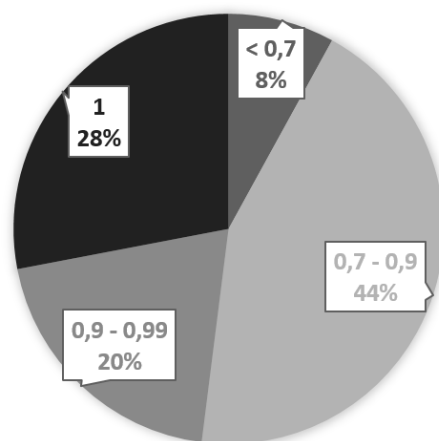


Figura 5.3 – Classificação das DMUs por eficiência

Assim:

- Cerca metade das DMUs ou são eficientes ou pertencem ao grupo com eficiência entre 0,9 e 0,99 caracterizado por um ajustamento simples dos *inputs* para a obtenção da eficiência máxima.
- Cerca de 44% das DMUs têm ineficiência média, pelo que devem apoiar as suas acções de melhoria de eficiência no conjunto de boas práticas das DMUs mais eficientes. É neste grupo que residem as maiores oportunidades de melhoria nos projectos de telecomando.

5. Aplicação do modelo

- Uma minoria de DMUs (8%) tem eficiências reduzidas comparadas com as outras DMUs. A sua produção deve aproximar-se rapidamente, em termos de *inputs*, das DMUs mais eficientes. Adicionalmente, deve ser feita uma análise aos eventuais problemas que possam ter ocorrido durante a execução dos projectos de teleco-mando em 2013.

A DEA identifica também as fontes de ineficiência das DMUs. Uma DMU pode ser ineficiente por i) utilizar os *inputs* de modo excessivo, ii) utilizar um *mix* de *inputs* desadequado ou iii) as duas razões em simultâneo. No primeiro caso, uma redução proporcional dos *inputs* é suficiente para que a DMU se torne eficiente. No segundo caso é necessário uma redução de um ou mais *inputs* para que o *mix* de *inputs* seja o adequado e no terceiro caso é necessário os dois tipos de redução. No sentido de tomar acções de melhoria de eficiência das várias DMUs, a DEA fornece as folgas existentes nos *inputs* e nos *outputs*, bem como os valores de *inputs* e *outputs* que estas devem utilizar e produzir na sua actividade. No modelo aplicado, as folgas resultantes apenas surgiram nos *inputs* (consequência de ter sido aplicado o modelo orientado para o *input*). Em DMUs ineficientes que tenham folga não nula, não serão suficientes as reduções proporcionais nos seus *inputs* (mantendo os *outputs*) para que se tornem eficientes. Nesse sentido, alerta-se para uma maior urgência na redução das folgas nos *inputs* e depois conduzir as reduções necessárias nos *inputs* para que as DMUs atinjam um estado de eficiência.

Importa salientar então, o total de redução que deve haver nos *inputs* para que cada DMU se torne eficiente. Esta redução é dada pela diferença entre os valores actuais de utilização de *inputs* e os valores meta que as DMUs devem utilizar e estão representados na tabela 5.14 as reduções para todas as DMUs. Estas reduções têm em conta tanto os três tipos de ineficiência, pelo que correspondem à soma entre as quantidades de *inputs* em excesso com as folgas correspondentes.

As maiores reduções estão relacionadas com as pontuações de eficiência mais reduzidas, dadas pelas DMUs Faro e Setúbal. Verifica-se que, por projecto, a DMU Faro deve utilizar menos 52537€ e deve concretizar cada projecto 13 meses mais cedo. A DMU Setúbal deve utilizar menos 52024€ e menos 5 meses na duração dos seus projectos. São as DMUs com um estado de produção mais preocupante.

As DMUs com ineficiência média necessitam de reduções nos seus *inputs* semelhantes, excepto as DMUs V. do Castelo e Vila da Feira, que necessitam de reduções superiores em termos de custos. Seria de esperar, analisando apenas os *inputs* consumidos por estas duas DMUs, que não pertencessem ao grupo com ineficiência média. Realmente, as DMUs Faro e Setúbal utilizam cerca do dobro em cada um dos *inputs* em relação às DMUs V. do Castelo e Vila da Feira, mas não é fácil analisar as diferenças nos *outputs*. É aqui que a DEA se mostra um excelente apoio à decisão dos gestores. Muitas das análises feitas intuitivamente estariam correctas. Se-

5. Aplicação do modelo

ria de esperar, analisando a amostra, que as DMUs Faro e Setúbal fossem ineficientes. No entanto, um gestor teria dificuldade em apontar qual a DMU mais ineficiente pela complexidade de analisar múltiplas variáveis.

Tabela 5.14 – Reduções a efectuar nos *inputs*

DMU	X ₁ (€/projecto)	X ₂ (mês/projecto)
Aveiro	9427,40	0,80
Beja	7728,32	4,12
Braga	5549,63	2,04
Bragança	7815,63	1,38
C. Rainha	0,00	0,00
C. Branco	7890,21	3,21
Coimbra	0,00	0,00
Évora	0,00	0,00
Faro	52537,02	12,98
Guarda	7922,30	3,43
Guimarães	7506,78	2,85
Leiria	7202,50	3,11
Lisboa	0,00	0,00
Loures	0,00	0,00
Maia	6411,76	2,69
Penafiel	1525,39	0,77
Portalegre	7761,83	2,79
Portimão	310,49	3,13
Porto	4709,78	1,95
Santarém	0,00	0,00
Setúbal	52024,07	5,33
V. do Castelo	20957,63	1,63
Vila da Feira	19699,96	2,78
Vila Real	209,27	0,95
Viseu	0,00	0,00

Existem três fases no processo de *benchmarking*, segundo a investigação científica: i) identificação das melhores entidades, ii) definição de metas e iii) implementação de acções (Donthu et al., 2005). O método DEA fornece resultados que actuam directamente nos dois primeiros pontos. Primeiro, indica quais as DMUs com melhor nível de eficiência e, para cada DMU ineficiente, aponta qual os seus melhores *benchmarks*, ou seja, as DMUs que possuem as melhores práticas e que devem ser “copiadas”. Depois, são fornecidos os resultados que permitem definir as metas a concretizar; para as DMUs ineficientes, são determinadas as folgas nas suas variáveis e os valores meta que devem ser utilizados para que estas se tornem eficientes. Assim, o método DEA permite a parte inicial do processo de *benchmarking*, faltando a implementação de acções para concretizar as melhores práticas. Mas estas práticas não devem ser cegamente procuradas nos *benchmarks*, uma vez que as circunstâncias de cada DMU acabam por diferir,

5. Aplicação do modelo

mesmo que haja homogeneidade do processo. Pode acontecer, por condições alheias à análise realizada, que os níveis elevados de *inputs* para uma certa DMU sejam, de facto, necessários. Caso contrário, devem ser analisadas as fontes específicas do excesso de utilização de *inputs*, que podem estar ocultas pelo tamanho da operação de uma DMU ou por ser uma DMU cujos lucros são elevados (Sherman & Zhu, 2006). Posteriormente, dever-se-á determinar que mudanças podem ser feitas de modo a reduzir o investimento e o tempo nos projectos de telecomando, mantendo os mesmos resultados. Uma menor qualidade na formação dos trabalhadores das DMUs ineficientes pode ser uma das causas de ineficiência nestas DMUs, pelo que acções de formação devem ser implementadas. Por outro lado, devem ser analisados os custos dos materiais e da tecnologia utilizada nos projectos de telecomando; estes custos podem ser significativamente diferentes para algumas DMUs, provocando projectos com maior investimento. De igual modo, a ineficiência de algumas DMUs pode estar directamente relacionada com projectos de telecomando em zonas de acesso complicado, o que pode ter consequências tanto nos custos como no tempo de trabalho. Estas são apenas algumas questões que a gestão deve fazer e ver respondidas, na procura por fontes de ineficiência nos projectos de telecomando.

O último resultado fornecido pela DEA combina as propriedades dos modelos CCR e BCC para determinar possíveis ineficiências ao nível da escala de produção. A comparação dos dois tipos de eficiência (ineficiência puramente técnica e eficiência de escala) é apresentada na figura 5.4. A média das eficiências em escala é de 0,99, ou seja, 99%. No geral, as DMUs operam a uma escala óptima, onde os rendimentos são constantes à escala, o que são resultados bastante satisfatórios. Apenas as DMUs Bragança, V. do Castelo e Vila Real são ineficientes em escala. Lembra-se que a eficiência em escala é conseguida na parte da fronteira de produtividade onde o rácio entre os *outputs* e os *inputs* são maiores, pelo que tem que ver directamente com o conjunto de estados mais produtivo. Além de um excesso considerável no consumo de um dos *inputs*, estas DMUs têm a produção mais baixa da amostra. Por serem as únicas DMUs claramente distintas das outras em relação aos *outputs* produzidos, a sua produção está posicionada numa outra porção da fronteira de produtividade, onde existe ineficiência em escala. Essa porção da fronteira de produtividade exhibe rendimentos à escala decrescentes, o que significa que uma redução proporcional nos *inputs* de um DMU que opere nesta parte da fronteira implica uma redução menor que a proporcional nos *outputs*. Os *outputs* das DMUs, por terem muito pouca variabilidade, permitem esta conclusão apenas por observação.

5. Aplicação do modelo

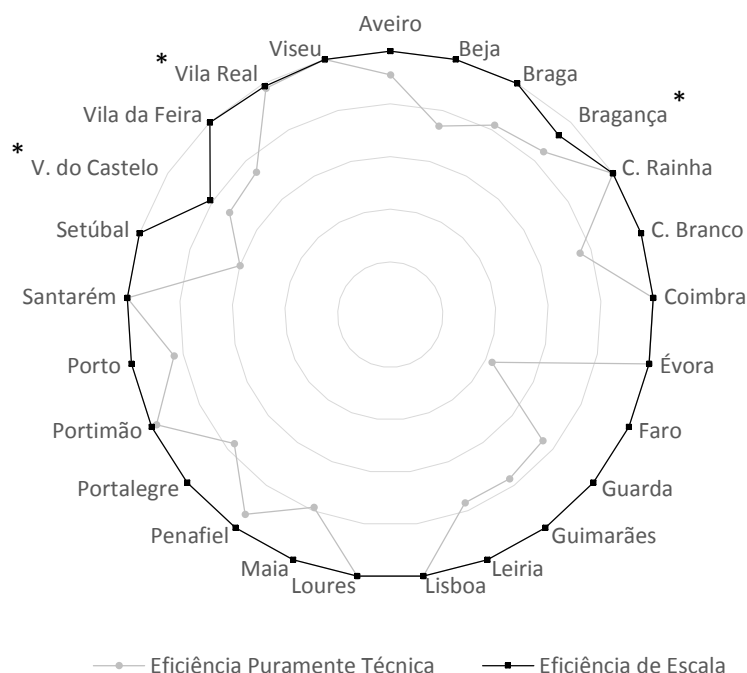


Figura 5.4 – Eficiência puramente técnica vs eficiência de escala

5.5. Conclusões do capítulo

Neste capítulo realizou-se a aplicação prática do método DEA. Como explicado, este método analisa a eficiência relativa de um conjunto de DMUs, na sua actividade. Assim, foi necessário escolher qual a actividade a analisar. Seria determinante utilizar como objecto de análise um tipo de projecto com impacto na organização em termos de contribuição estratégica, para corresponder aos objetivos propostos. Identificou-se os projectos de telecomando da rede de média tensão como um objecto de análise com as características necessárias. Além de impactar directamente nos valores de negócio da distribuição de energia eléctrica, reduzindo o TIEPI, aumentando a segurança das pessoas e o efeito da rede de distribuição para o meio ambiente, este tipo de projectos representa uma evolução tecnológica necessária para a concretização de uma rede inteligente desejável a médio prazo.

De seguida, foi especificado o modelo DEA a utilizar. As entidades avaliadas (DMUs) foram as áreas operacionais existentes em Portugal. De facto, são as áreas operacionais que convertem os recursos da organização na concretização, no terreno, dos projectos de telecomando da rede. Os *inputs* utilizados são os recomendados pela investigação científica: o investimento médio (por projecto) e o tempo médio (por projecto). A utilização destes *inputs* pretende traduzir com rigor a estrutura de recursos envolvidos nos projectos de telecomando. Quanto à escolha dos *outputs*, a lógica utilizada está alinhada com a estratégia da organização. Efectivamente, é assumido que os resultados mais relevantes estão directamente relacionados com a

5. Aplicação do modelo

matriz de risco e, por consequência, com os valores de negócio nela integrados. Assim, os *outputs* utilizados na aplicação da DEA são as variações nos vários valores de negócio, segundo a matriz de risco, provocadas pelos projectos de telecomando executados pelas diversas DMUs. Através de uma equipa de trabalho, constituída por elementos da DAT, uma das direcções responsáveis pelos projectos de telecomando, foi feita a avaliação do impacto médio que os projectos de telecomando de 2013, executados pelas várias DMUs, tiveram na matriz de risco. Os resultados obtidos desta avaliação foram utilizados como *outputs* do modelo DEA. Por último, foi especificado que o modelo BCC seria o utilizado. Por observação do *inputs* e *outputs* do modelo, existe a clara percepção de diferentes escalas de produção; por exemplo, pode ser visto que a DMU Setúbal utilizou, por projecto, 79000€ e 13 meses, enquanto a DMU Portimão utiliza apenas 16000€ e 15 meses, por projecto. Este facto sugere que existem diferentes escalas de produção e que será interessante verificar que entidades utilizam na sua produção uma escala óptima. Ao mesmo tempo, foi utilizado o modelo com orientação para o *input*, uma vez que existe um maior controlo por parte da gestão dos *inputs* e não tanto dos *outputs*. Além disso, a investigação científica refere, no que toca a aplicações do método DEA em *utilities*, que a orientação para o *input* é desejável, uma vez que a distribuição de energia tem sempre uma procura que não é por si controlada e que deve ser satisfeita.

Após especificação do modelo, este foi aplicado com auxílio a um *software* gratuito designado MaxDEA e foram retirados os devidos resultados. As pontuações de eficiência das diversas DMUs foram elevadas (média de 86%), havendo no entanto espaço para melhorias. Foram identificadas 7 DMUs totalmente eficientes (pontuação igual a 1), havendo por isso 18 DMUs susceptíveis de melhoria.

Para cada DMU não eficiente, foram avaliadas as fontes de ineficiência, através das folgas encontradas. DMUs cuja pontuação de eficiência é inferior a 1, num modelo orientado para o *input*, utilizam necessariamente pelo menos um dos *inputs* em modo excessivo. Caso as folgas de uma DMU nestas condições seja nula, então a ineficiência vem apenas da utilização excessiva de *inputs* cujo *mix* é correcto. Por outro lado, uma DMU ineficiente com folgas não nulas, significa que o seu estado de produção utiliza um *mix* de *inputs* errado, pelo que um ou mais *inputs* está a ser utilizado de modo especialmente excessivo.

Para cada uma destas DMUs não eficientes, foram apresentados, através da aplicação da DEA, quais as DMUs que devem servir de referência para futuras melhorias, ou seja, quais os melhores *benchmarks*. Na análise de *benchmarking*, como foi descrito nos capítulos anteriores, cada DMU ineficiente é projectada na fronteira de produtividade, através da combinação linear das DMUs que já se encontram na fronteira (eficientes) e que operam a uma escala semelhante à DMU analisada. Nesta combinação linear, as ponderações (λ) não nulas das DMUs (*benchmarks*) significam a contribuição desses *benchmarks* para a projecção da DMU como eficien-

5. Aplicação do modelo

te. Assim sendo, quanto maior o valor de λ_j (contribuição da DMU_j), mais relevante e consistente é essa DMU no seu papel como *benchmark*.

Além de se indicar quais os principais *benchmarks*, orientando a gestão para onde deve dirigir a sua atenção no sentido de procurar melhorias, são fornecidos também quais as reduções necessárias para que cada DMU se torne eficiente. A inclusão dos valores meta para os recursos (*inputs*) a consumir pelas DMUs, bem como a localização das melhores práticas na gestão de projectos de telecomando, são as maiores vantagens retiradas desta análise. Efectivamente, a DEA fornece à gestão indicações claras de quanto se deve reduzir em termos de custo e tempo e, para isso, onde devem ser observadas as melhores práticas de modo a serem transportadas para entidades não eficientes.

O último resultado fornecido pela DEA tem a ver com a eficiência em escala das DMUs. O interesse neste tipo de eficiência foi despertado com o facto de existirem elevadas diferenças nos consumos de *inputs*, de DMU para DMU. Verificou-se que o nível de eficiência de escala é elevado (99%) mas que existem 3 DMUs que operam a uma escala superior à óptima. Isto significa, realçando o conceito de rendimentos à escala, que uma diminuição nos *inputs* implica uma redução não proporcional nos *outputs*. Na prática, uma DMU que opere nesta porção da fronteira de produtividade, em que os rendimentos à escala são decrescentes, nunca terá uma produtividade óptima, uma vez que, quer aumente quer diminua o seu consumo de *inputs*, a sua eficiência não será melhor (admitindo que a estas variações nos *inputs* não posicionam a DMU fora desta porção da fronteira).

No próximo capítulo serão descritas as principais conclusões do trabalho, condensando as ilações mais importantes retiradas ao longo dos capítulos.

6. Conclusões e recomendações

Este é o capítulo final desta dissertação. É realizada uma descrição sucinta do trabalho desenvolvido e das conclusões principais obtidas ao longo dos capítulos. Apresentam-se também recomendações em relação aos resultados obtidos e sugestões de continuidade deste trabalho.

6.1. Conclusões

Os temas centrais abordados neste trabalho foram a eficiência e a gestão de projectos. Estudou-se a forma como estes dois conceitos estão interligados e como são trabalhados na EDP Distribuição.

Começou-se por fazer uma pesquisa sobre o estado de arte actual da gestão de projectos na comunidade científica. Nos últimos anos as organizações têm-se virado cada mais para a gestão de projectos como forma de concretizar valor estratégico, uma vez que este tipo de gestão permite uma maior flexibilidade da organização, melhorando a sua agilidade e o seu desempenho na gestão de recursos, dotando-a de uma visão mais ampla e de um ambiente corporativo mais reactivo. As organizações vivem cada vez mais em ambientes de multi-projecto, onde existem inúmeras iniciativas de projectos e onde os recursos são escassos, pelo que não é possível concretizar todos os projectos. Por isso, a tendência das organizações tem sido a de se dotarem de ferramentas e metodologias de gestão de múltiplos projectos – gestão de portefólio de projectos – que lhes permitam concretizar os projectos que tragam maior valor estratégico, utilizando menos recursos.

Identificaram-se as principais dimensões na gestão de projectos: tempo, custo e desempenho. A gestão de projectos para ser bem-sucedida deve respeitar as especificações feitas para cada uma destas dimensões. Nas dimensões tempo e custo, um projecto bem-sucedido deve ser entregue dentro do prazo especificado e o seu custo deve ser menor ou igual ao estabelecido no início do projecto. A grande maioria dos projectos falha nestas duas dimensões; por exem-

6. Conclusões e recomendações

plo, em projectos de *software* os excessos em termos de tempo e custo estão na ordem dos 200-300% e 150-200%, respectivamente, em relação ao especificado. Quanto à dimensão de desempenho, é aquela que mede o grau de cumprimento do conjunto de características finais inerentes a um projecto em relação às especificações impostas inicialmente.

Estudou-se também o risco na gestão de projectos. O risco é uma característica que está relacionada com as dimensões tempo, custo e desempenho e com as relações entre elas. A gestão do risco é, assim, um ponto crucial na obtenção de valor estratégico através de projectos. Efectivamente, a gestão deve controlar os riscos dos projectos controlando as dimensões ao longo dos seus ciclos de vida. Uma gestão eficaz do risco deve ser uma gestão capaz de mitigar a probabilidade de falha dos projectos, diminuindo a exposição que as organizações têm ao risco e/ou o impacto negativo que ele pode significar.

Posteriormente, alterou-se o foco de estudo para a eficiência e modelos que podem medir a eficiência de processos que consomem múltiplos *inputs* na produção de múltiplos *outputs*. Definiu-se, em primeiro lugar, dois tipos de eficiência: i) eficiência técnica e ii) eficiência de escala. A eficiência técnica mede a capacidade de uma entidade em converter o mínimo de *inputs* para obter um determinado nível de *outputs* ou produzir o máximo de *outputs* para um determinado nível de *inputs*. Eficiência de escala tem que ver com as diferentes escalas de produção de uma entidade; efectivamente, uma entidade pode ser tecnicamente eficiente e não produzir numa escala óptima. A posição de uma entidade caracterizada por uma produção máxima tem uma eficiência em escala óptima.

Analizou-se, então, o método *Data Envelopment Analysis* (DEA), uma abordagem não paramétrica de programação linear que permite medir eficiências relativas de um conjunto de entidades observáveis designadas *decision making units* (DMUs), comparando-as umas com as outras na sua capacidade de conversão de *inputs* em *outputs*. São numerosas as vantagens deste modelo, nomeadamente: i) permite a inclusão de múltiplos *inputs* e múltiplos *outputs* na medição de eficiência, ii) não necessita da definição de uma função de fronteira de produtividade como é tradicional, criando esta fronteira a partir de dados empíricos, iii) o próprio modelo determina as ponderações que os *inputs* e os *outputs* devem ter para as entidades avaliadas terem a melhor eficiência possível e iv) o método determina quais as entidades a que uma DMU ineficiente se deve aproximar em termos de produção, no sentido de aumentar a sua eficiência (ferramenta de *benchmarking*). Por ser um método de análise com características muito versáteis e de fácil adaptação a diversas situações, não necessitando de definição da função de fronteira nem das ponderações dos *inputs* e dos *outputs*, foi o modelo escolhido para este trabalho.

Foram aprofundados dois modelos básicos da DEA: o modelo CCR e o modelo BCC. No primeiro modelo os rendimentos à escala são constantes, pelo que apenas mede a eficiência técnica das várias DMUs, assumindo que todas elas operam à escala eficiente. Relaxando a

6. Conclusões e recomendações

restrição de rendimentos à escala constantes aparece o modelo BCC, que determina a eficiência de uma DMU comparando-a apenas com as DMUs que operam numa escala semelhante à sua. A combinação destes dois modelos permite obter, também, a eficiência em escala das várias DMUs.

Posteriormente, fez-se uma aproximação do caso de estudo na EDP Distribuição, com foco na sua estratégia e no modo como é feita a gestão de projectos. Verificou-se quais os pilares em que a organização assenta e quais os seus objectivos. A EDP Distribuição é uma organização regulada e a maior responsável pela distribuição de energia eléctrica em Portugal. Em ambiente regulado, as organizações tendem a dar uma elevada preponderância ao aumento de eficiência, no que respeita à sua estratégia e missão. De facto, os eixos estratégicos da organização apelam a uma eficiência superior, uma qualidade excelente, um controlo do risco e uma evolução sustentável.

A organização é dotada de um sistema de gestão de portefólio de projectos, no qual todos as iniciativas de projecto são estudadas e é determinado quais os projectos que devem ser concretizados e quando. Este processo é baseado no modelo de selecção de projectos, caracterizado por três critérios de selecção. O primeiro e mais importante é a variação que um projecto tem no risco, segundo a matriz de risco da EDP Distribuição. A variação do risco é determinada recorrendo à Matriz de Risco da EDP Distribuição. Nesta, todos os projectos são alvo de avaliação segundo os cinco valores de negócio da organização: segurança para as pessoas, ambientes, repercussão nos media e população, TIEPI e resultados. A avaliação, segundo estes valores de negócio, é feita numa situação antes da implementação do projecto e depois da implementação do projecto, permitindo determinar uma variação/impacto que o projecto causará. Uma maior variação no risco, segundo a avaliação do risco da organização, permite classificar os projectos por ordem de impacto positivo do risco e, por isso, por ordem preferencial segundo a estratégia da organização.

De seguida, iniciou-se a parte prática deste trabalho. Primeiro estudou-se de que maneira o método DEA tem vindo a ser aplicado no âmbito da gestão de projectos e, com maior detalhe, no sector da energia eléctrica. Foram identificados os principais estudos realizados nesta área e fez-se um levantamento das características tradicionais dos modelos DEA. Dado que existe muita liberdade na escolha das DMUs a analisar, o interesse maior recaiu na identificação das variáveis de *input* e de *output* susceptíveis de serem utilizadas na aplicação deste trabalho, bem como do modelo DEA a aplicar. Verificou-se que existem alguns *inputs* que são tipicamente utilizados para descrever os recursos utilizados pelas organizações nos seus processos, nomeadamente o capital investido e o tempo de trabalho. Em relação aos *outputs*, existem vários trabalhos na área das *utilities* em que foram identificados os *outputs* utilizados com maior frequência. Ao contrário dos *inputs*, não existe uma categorização dos *outputs*, uma vez

6. Conclusões e recomendações

que este estão intimamente ligados ao negócio ou à actividade que se está a analisar. Por fim, estudou-se qual o modelo DEA a aplicar e qual a sua orientação.

No capítulo 5 fez-se a aplicação do modelo DEA ao caso de estudo. Escolheu-se como objecto de intervenção o tipo de projectos de telecomando da rede de média tensão executados durante o ano de 2013. Esta escolha residiu no facto de este ser um projecto fundamental na concretização da estratégia da organização por permitir uma maior eficiência no serviço prestado, diminuindo as perdas com manutenção da rede, uma melhor qualidade de serviço, reduzindo o tempo de interrupção no abastecimento de energia eléctrica em caso de avaria, e um maior controlo do risco da empresa, com impacto directo em todos os valores de negócio presentes na matriz de risco.

Começou-se por fazer a especificação do modelo DEA a aplicar. As escolhas das áreas operacionais como DMUs fundamenta-se por estas serem as entidades que realmente implementam os projectos de telecomando na rede de média tensão. Apoiada nas variáveis tradicionalmente utilizadas nas aplicações da DEA no ramo energético, fez-se a escolha dos *inputs* e *outputs* que melhor traduzem os projectos de telecomando. Como *inputs*, considerou-se o investimento feito por projecto e o tempo médio por projecto, os indicadores que mais amplamente definem o consumo de recursos (*inputs*) dos projectos de telecomando. São medidas que contemplam os vários recursos agregados, tais como custo de materiais, custo de mão-de-obra, tempo de trabalho de mão-de-obra, etc. Para os *outputs*, utilizou-se os valores de negócio presentes na matriz de risco da organização, dada a importância que têm na concretização de valor estratégico e por contemplarem amplamente os parâmetros qualidade de serviço, fiabilidade da rede e exposição ao risco. O modelo utilizado teve orientação para o *input*, uma vez que a gestão de projectos de telecomando tem muito maior controlo sobre estes, em comparação com os *outputs* (valores de negócio). Esta decisão está alinhada com a literatura, que estabelece que a procura por serviços de distribuição ultrapassa o controlo da própria organização e tem de ser sempre satisfeita, por isso, a orientação do modelo deve ser para o *input*. Foi utilizado o modelo BCC na análise, uma vez que existe controlo efectivo da gestão da escala em cada DMU opera e, por isso, tem mais sentido que cada DMU seja comparada apenas com as DMUs do seu tamanho produtivo. Utilizou-se o resultado conjunto dos modelos CCR e BCC para determinar a eficiência em escala de cada DMU.

Após a aplicação do modelo foram recolhidos os resultados, que se abordam em cinco partes: pontuações de eficiência, análise das folgas dos *inputs* e *outputs*, principais *benchmarks* para cada DMU, valores meta dos *inputs* a utilizar no processo para que este seja eficiente e as pontuações de eficiência em escala.

O valor médio das pontuações de eficiência foi elevado, na ordem dos 86%, deixando claro, no entanto, haver margem de melhoria para várias áreas operacionais. Para completar a classificação das áreas operacionais, é necessário analisar não só as pontuações de eficiência como as

6. Conclusões e recomendações

folgas associadas. De destacar que não foram encontradas folgas nos *outputs*, razão pela qual as ineficiências provocadas por existência de folgas são apenas devidas à utilização de um *mix* de *inputs* incorrecto. As áreas operacionais Caldas da Rainha, Coimbra, Évora, Lisboa, Loures, Santarém e Viseu são aquelas cuja pontuação de eficiência é 1 e não têm folgas associadas, pelo que são consideradas entidades eficientes. As áreas operacionais Beja, Braga, C. Branco, Guarda, Guimarães, Leiria, Maia, Penafiel, Portalegre e Porto obtiveram pontuações de eficiência inferiores a 1 e valores para as folgas nulos. Assim sendo, estas áreas operacionais estão a operar com uma proporção correcta de *inputs*, mas consumindo-os em excesso. Necessitam, para se tornarem eficientes, de reduzir o consumo de *inputs* proporcionalmente (mantendo o seu *mix*) deslocando a sua produção para a fronteira de produtividade. A terceira classificação são as áreas operacionais com eficiência inferior a 1 e com folgas não nulas. As áreas operacionais nesta situação são Aveiro, Bragança, Faro, Portimão, Setúbal, V. do Castelo, Vila da Feira e Vila Real e, nestes casos, além da utilização de *inputs* em excesso, existe efectivamente a utilização de um *mix* de *inputs* não óptimo, pelo que um dos *inputs* está a ser utilizado de modo especialmente excessivo em relação à proporção óptima. Nenhuma área operacional com esta classificação tem folgas nos dois *inputs* simultaneamente.

Além de fornecer objectivamente fontes de ineficiência, o método DEA, no seu processo de comparação das áreas operacionais, recomenda localizações das melhores práticas utilizadas no processo analisado. As áreas operacionais onde são identificadas as melhores práticas funcionam como *benchmarks* para as áreas operacionais ineficientes. As áreas operacionais de Santarém e Viseu são dadas como *benchmarks* 8 e 11 vezes, respectivamente, fazendo antever que são áreas operacionais onde os projectos foram realizados da melhor maneira. A gestão deve ter um raciocínio crítico para identificar em que aspectos os *benchmarks* funcionaram melhor que as outras áreas operacionais para, posteriormente, serem adoptadas medidas de melhoria.

Na secção de discussão de resultados, foi adoptado uma metodologia de análise, proposta por Yang (2009), que classifica as várias DMUs em quatro categorias, consoante as pontuações de eficiência. Cerca de metade das DMUs (48%) estão localizadas nos dois grupos com pontuações mais altas, com uma eficiência mínima de 0,9 e máxima de 1. São grupos que operam num nível óptimo ou quase óptimo, onde as melhores práticas podem ser identificadas e onde pequenos ajustes podem ser feitos para atingir a eficiência total. Em segundo plano, com cerca de 44% das DMUs, estão as áreas operacionais com eficiência média. É uma percentagem muito significativa no total da amostra, e é aqui que a gestão deve actuar no sentido de melhorar a gestão dos projectos de telecomando, “copiando” as práticas utilizadas pelas entidades dos dois primeiros grupos. É expectável que melhorias nos processos destas áreas operacionais elevem a sua produção e aumentem a sua eficiência a médio prazo. Por último, destacam-se as áreas operacionais com menores pontuações de eficiência, abaixo da pontuação 0,7. As

áreas operacionais nesta situação são apenas 2 (Setúbal e Faro) e têm pontuações reduzidas em comparação com as outras áreas operacionais. A curto prazo devem ser tomadas medidas no sentido de diminuir os recursos (*inputs*) utilizados por estas áreas operacionais, mantendo os resultados que tiveram. As piores pontuações podem ter outras razões que não identificadas neste trabalho, pelo que deve ser feita uma análise a problemas que possam ter existido durante o ano de 2013, de modo a corrigir essas possíveis situações.

Foi também abordado a eficiência em escala na actividade das várias áreas operacionais, que avalia a produtividade das áreas operacionais, em relação ao ponto na fronteira de produtividade onde a eficiência é máxima. Como foi dito, a diferença entre o modelo CCR e o modelo BCC é a condição de rendimentos à escala constantes no primeiro e rendimentos à escala variáveis no segundo. Assim, a pontuação de eficiência técnica obtida para uma determinada DMU, através do modelo CCR, oculta a eficiência em escala dessa mesma DMU, por ser considerado, neste modelo, que a escala é sempre óptima. No modelo BCC, já são admitidas diferentes classificações para as escalas de produção, pelo que a fronteira de produtividade é constituída apenas por pontos que tenham eficiência puramente técnica total. De acordo com a equação da eficiência em escala (equação 2.3), esta é dada pelo quociente entre a eficiência técnica (obtida pelo modelo CCR) e a eficiência puramente técnica (obtida pelo modelo BCC). Em média, todas as áreas operacionais têm uma excelente eficiência em escala (99%), em que apenas três áreas operacionais (Bragança, V. do Castelo e Vila Real) têm uma escala de operação não óptima. Nestes casos, a sua actividade encontra-se na porção da fronteira de produtividade com rendimentos à escala decrescentes, significando que um aumento proporcional de todos os *inputs* implica um aumento menor que o proporcional nos *outputs*. Assim sendo, estas áreas operacionais devem mudar a escala da sua actividade, (reduzindo os *inputs* de acordo com os valores meta propostos) de modo a melhorar a sua eficiência em escala.

6.2. Recomendações para trabalho futuro

Resta sintetizar algumas ideias para trabalho futuro. Estas terão dois tipos de natureza: trabalho futuro a desenvolver pela EDP Distribuição e recomendações para dar continuidade à presente dissertação.

O trabalho futuro a desenvolver pela EDP Distribuição está relacionado com os resultados obtidos na avaliação da eficiência da gestão dos projectos de telecomando, feitos em 2013. Foram apresentados valores meta para os *inputs* utilizados no processo, ou seja, as quantidades ideais de investimento e de tempo que possibilitariam que todas as áreas operacionais avaliadas fossem eficientes. Apenas 7 das áreas operacionais foram consideradas eficientes, pelo que existem reduções benéficas nos *inputs* para as restantes 18 áreas operacionais.

Foram também identificadas áreas operacionais que operam segundo as melhores práticas no sentido de transformar investimento e tempo (*inputs*) nos valores de negócio (*outputs*). Para

6. Conclusões e recomendações

as unidades ineficientes, será fundamental verificar quais as fontes de ineficiências na implementação dos projectos de telecomando. Para isso, os processos devem ser revistos e melhorados. Para cada área operacional ineficiente, foram identificados os conjuntos de áreas operacionais eficientes que, operando à mesma escala, são os seus potenciais *benchmarks*. São nessas áreas operacionais que se deve estudar as boas práticas na implementação dos projectos de telecomando a reproduzir nas áreas operacionais menos eficientes.

A plataforma de selecção de projectos para integrarem o portefólio de projectos da organização, nomeadamente a avaliação pela matriz de risco, foi utilizada de forma diferente do que é habitual. A matriz de risco funciona a montante da execução do projecto, antes mesmo de ele ser integrado no portefólio da organização. Neste trabalho, utilizou-se a matriz de risco na avaliação dos projectos de telecomando a jusante da sua execução, para medir, efectivamente, o impacto que estes tiveram nos valores de negócio. Pensa-se que no futuro seria proveitoso fazer funcionar a matriz de risco nesta óptica. Já que se considera tão importante o impacto do risco na selecção de projectos, faz sentido avaliá-los, do mesmo modo, depois de terem sido implementados.

Esta abordagem teria também outros efeitos. Seria possível medir ao longo do tempo o impacto nos valores de negócio que os projectos provocam. Com isto, além de ser possível fazer o mesmo estudo aplicado a outros tipos de projectos, verificando quais as entidades que melhor desempenham o seu papel e quais as menos eficientes, poder-se-ia utilizar outras extensões da DEA. Por exemplo, o modelo de avaliação de eficiência ao longo do tempo, o *Window Analysis*, que permite monitorizar a evolução da eficiência das várias entidades analisadas.

Outra recomendação importante tem a ver com uma das fragilidades do método DEA. Este método compara várias entidades no seu processo de conversão de *inputs* em *outputs*. As entidades são avaliadas em termos de eficiência relativa, ou seja, umas em relação às outras. No entanto, a DEA não avalia a eficiência absoluta das entidades, pelo que pode (e é provável que o seja) ser possível efectuar os processos com maior eficiência, mesmo para entidades que sejam eficientes segundo a DEA. Seria relevante aplicar a DEA para analisar a eficiência relativa de várias organizações no campo da energia, de modo a verificar até que ponto a EDP Distribuição é eficiente na sua actividade. Resultados negativos numa análise deste género teriam repercussões mais significativas que os resultados deste trabalho; quereria dizer que a EDP Distribuição, na actividade avaliada, é menos eficiente que outras organizações e que, por isso, a fronteira de produtividade determinada neste trabalho é inferior às fronteiras de produtividade dessas outras organizações.

Bibliografia

- Alecu, F. (2011). Managing Software Development Projects , The Project Management Process. *Oeconomics of Knowledge*, 3(3), 26–33.
- Archer, N. P., & Ghasemzadeh, F. (1996). *Project Portfolio Selection Techniques: A Review and a Suggested Integrated Approach*. McMaster University, Michael G. DeGroote School of Business, [Innovation Research Centre]. Obtido de <http://digitalcommons.mcmaster.ca/cgi/viewcontent.cgi?article=1059&context=mint>
- Artto, K., & Kujala, J. (2008). Project business as a research field. *International Journal of Managing Projects in Business*, 1(4), 469–497. doi:10.1108/17538370810906219
- Artto, K., Martinsuo, M., Gemünden, H. G., & Murtoaro, J. (2009). Foundations of program management: A bibliometric view. *International Journal of Project Management*, 27(1), 1–18. doi:10.1016/j.ijproman.2007.10.007
- Avkiran, N. (2011). Applications of Data Envelopment Analysis in the Service Sector. Em W. W. Cooper, L. M. Seiford, & J. Zhu (Eds), *Handbook on Data Envelopment Analysis SE - 15* (Vol 164, pp 403–443). Springer US. doi:10.1007/978-1-4419-6151-8_15
- Babu, A. J. G., & Suresh, N. (1996). Project management with time, cost, and quality considerations. *European Journal of Operational Research*, 88(2), 320–327. doi:10.1016/0377-2217(94)00202-9
- Baloi, D., & Price, A. D. F. (2003). Modelling global risk factors affecting construction cost performance. *International Journal of Project Management*, 21(4), 261–269. doi:10.1016/S0263-7863(02)00017-0
- Banker, R. D. (1984). Estimating most productive scale size using data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 17(1), 35–44. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(84\)90006-7](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(84)90006-7)
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9), 1078–1092.

- Banker, R. D., Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Zhu, J. (2011). Returns to Scale in DEA. Em W. W. Cooper, L. M. Seiford, & J. Zhu (Eds), *Handbook on Data Envelopment Analysis*. Springer US: Boston, MA. doi:10.1007/b105307
- Banker, R. D., & Thrall, R. M. (1992). Estimation of returns to scale using data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 62(1), 74–84. doi:10.1016/0377-2217(92)90178-C
- Banker, R., & Maindiratta, A. (1988). Nonparametric Analysis of Technical and Allocative Efficiencies in Production. *Econometrica*, 56(6), 1315–1332. doi:10.2307/1913100
- Brissimis, S. N., Delis, M. D., & Tsionas, E. G. (2010). Technical and allocative efficiency in European banking. *European Journal of Operational Research*, 204(1), 153–163. doi:10.1016/j.ejor.2009.09.034
- Carroll, J., Newman, C., & Thorne, F. (2010). A comparison of stochastic frontier approaches for estimating technical inefficiency and total factor productivity. *Applied Economics*, 43(27), 4007–4019. doi:10.1080/00036841003761918
- Carvalho, M. M. de, Lopes, P. V. B., & Marzagão, D. S. (2013). Gestão de portfólio de projetos : contribuições e tendências da literatura. *Gestão & Produção*, 20(2), 433–453. doi:http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2013000200013
- Celen, A. (2013). Efficiency and productivity (TFP) of the Turkish electricity distribution companies: an application of two-stage (DEA&Tobit) analysis.(data envelopment analysis). *Energy Policy*, 63, 300–310. doi:10.1016/j.enpol.2013.09.034
- Cho, S., & Kim, J. Y. (2012). Straightness and flatness evaluation using data envelopment analysis. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 63(5-8), 731–740. doi:10.1007/s00170-012-3925-6
- Clark, J. J. ., & Littrell, P. D. (2002). «Breaking Down» the Work Breakdown Structure. *Program Manager*, 31(2), 104–107.
- Coelli, T., Prasada Rao, D. S., O'Donnell, C., Battese, G., & O'Donnell, C. (2005). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Boston, MA: Springer US: Boston, MA. doi:10.1007/b136381
- Cohen, S. J., & Money, W. H. (2009). Bridge Methods: Using a Balanced Project Practice Portfolio to Integrate Agile and Formal Process Methodologies. Em *42nd Hawaii International Conference on System Sciences* (pp 1–10). doi:10.1109/HICSS.2009.94
- Cook, W. D., Liang, L., & Zhu, J. (2010). Measuring performance of two-stage network structures by DEA: A review and future perspective. *Omega*, 38(6), 423–430. doi:10.1016/j.omega.2009.12.001
- Cook, W. D., & Seiford, L. M. (2009). Data envelopment analysis (DEA) - Thirty years on. *European Journal of Operational Research*, 192(1), 1–17. doi:10.1016/j.ejor.2008.01.032

- Cooper, R., Edgett, S., & Kleinschmidt, E. (2001). Portfolio management for new product development: results of an industry practices study. *R&D Management*, 31(4), 361–380. doi:10.1111/1467-9310.00225
- Cooper, R. G., & Edgett, S. J. (1997). Portfolio management in new product development: Lessons from the leaders. *Research-Technology Management*, 40(6), 43–53.
- Cooper, W., Seiford, L., & Tone, K. (2007). *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software. A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. Boston, MA: Springer US: Boston, MA. doi:10.1007/978-0-387-45283-8
- Cooper, W. W., & Ray, S. C. (2008). A response to M. Stone: «How not to measure the efficiency of public services (and how one might)». *Journal of the Royal Statistical Society: Series A - Statistics in Society*, 171, 433–445.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2006). *Introduction to Data Envelopment Analysis and its uses*. (Springer, Ed). Boston, MA. doi:10.1007/0-387-29122-9
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Zhu, J. (2011). Data Envelopment Analysis: History, Models, and Interpretations. Em W. W. Cooper, L. M. Seiford, & J. Zhu (Eds), *Handbook on Data Envelopment Analysis* (Vol 164, pp 1–39). Springer US. doi:10.1007/b105307
- Cooper, W. W., & Tone, K. (1997). Measures of inefficiency in data envelopment analysis and stochastic frontier estimation. *European Journal of Operational Research*, 99(1), 72–88.
- Copertari, L. (2011). Selecting projects in a portfolio using risk and ranking. *Journal of Project, Program & Portfolio Management*, 2(1), 10–28.
- Demeulemeester, E., Kolisch, R., & Salo, A. (2012). Project management and scheduling. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 25(1-2), 1–5. doi:10.1007/s10696-012-9168-x
- Doloi, H. K. (2011). Understanding stakeholders' perspective of cost estimation in project management. *Int. J. Proj. Manag.*, 29(5), 622–636. doi:10.1016/j.ijproman.2010.06.001
- Donthu, N., Hershberger, E. K., & Osmonbekov, T. (2005). Benchmarking marketing productivity using data envelopment analysis. *Journal of Business Research*, 58(11), 1474–1482. doi:10.1016/j.jbusres.2004.05.007
- Dyson, R. G., Allen, R., Camanho, A. S., Podinovski, V. V, Sarrico, C. S., & Shale, E. A. (2001). Pitfalls and protocols in DEA. *European Journal of Operational Research*, 132(2), 245–259. doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(00)00149-1
- EDP - Energias de Portugal. (2012). Resultados 2012. Obtido 6 de Março de 2014, de [http://www.edp.pt/pt/investidores/resultados/2012/Handout 2012/Handout Resultados 2012.pdf](http://www.edp.pt/pt/investidores/resultados/2012/Handout%202012/Handout%20Resultados%202012.pdf)

Bibliografia

- EDP - Energias de Portugal. (2014a). Dow Jones Sustainability Indices 2013. Obtido 25 de Março de 2014, de <http://www.edp.pt/pt/sustentabilidade/abordagemasustentabilidade/reconhecimento/dowjonesustainabilityindex/Pages/DowJones.aspx>
- EDP - Energias de Portugal. (2014b). EDP - Energias de Portugal. Obtido de <http://www.edp.pt/pt/Pages/homepage.aspx>
- EDP - Energias de Portugal. (2014c). Plano de Negócios 2014-2015. Obtido 15 de Abril de 2014, de https://www.edp.pt/pt/investidores/DiaInvestidor/InvestorDay2014/EDPInvestorDay_May14_Final.pdf
- EDP – Energias de Portugal. (2013). *Manual da organização*. Obtido de <http://www.edp.pt/en/Pages/homepage.aspx>
- EDP Distribuição S.A. (2013). Distribuição de energia. Obtido 31 de Agosto de 2014, de <http://www.edp.pt/pt/aedp/unidadesdenegocio/distribuicaodeelectricidade/Pages/DistribuiçãoPT.aspx>
- EDP Distribuição S.A. (2014). Missão. Obtido 12 de Março de 2014, de http://www.edpdistribuicao.pt/pt/edpDistribuicao/MissoEDPD/MissãoEDPDistribuicao_online.pdf
- Emrouznejad, A., Parker, B. R., & Tavares, G. (2008). Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA. *Socio-Economic Planning Sciences*, 42(3), 151–157. doi:10.1016/j.seps.2007.07.002
- Ernst & Young. (2012). Strategy deployment through portfolio management - A risk-based approach. *Insights on governance, risk and compliance*. Obtido de [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Strategy-deployment-through-portfolio-management/\\$FILE/Insights_on_GRC_Strategy_deployment_through_Portfolio_Management_AU1275.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Strategy-deployment-through-portfolio-management/$FILE/Insights_on_GRC_Strategy_deployment_through_Portfolio_Management_AU1275.pdf)
- Eweje, J., Turner, R., & Müller, R. (2012). Maximizing strategic value from megaprojects: The influence of information-feed on decision-making by the project manager. *International Journal of Project Management*, 30(6), 639–651. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.01.004>
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120(3), 253–290.
- Forbes. (2014). Forbes. Obtido 7 de Fevereiro de 2014, de www.forbes.com
- Gauchia, L., & Sanz, J. (2009). Per unit representation of electrical magnitudes in batteries: A tool for comparison and design. *Energy Conversion and Management*, 50(3), 554–560. doi:10.1016/j.enconman.2008.10.019

Bibliografia

- Giannakis, D., Jamasb, T., & Pollitt, M. (2005). Benchmarking and incentive regulation of quality of service: an application to the UK electricity distribution networks. *Energy Policy*, 33(17), 2256–2271. doi:10.1016/j.enpol.2004.04.021
- Golany, B., & Yu, G. (1997). Estimating returns to scale in DEA. *European Journal of Operational Research*, 103(1), 28–37. doi:10.1016/S0377-2217(96)00259-7
- Hattori, T., Jamasb, T., & Pollitt, M. (2005). Electricity distribution in the UK and Japan: a comparative efficiency analysis 1985-1998. *The Energy Journal*, 26(2), 23–47. doi:10.5547/ISSN0195-6574-EJ-Vol26-No2-2
- Hauc, A., & Kovac, J. (2000). Project management in strategy implementation - experiences in Slovenia. *International Journal of Project Management*, 18(1), 61–67. doi:10.1016/S0263-7863(98)00071-4
- Hollingsworth, B., & Smith, P. (2003). Use of ratios in data envelopment analysis. *Applied Economics Letters*, 10(11), 733–735. doi:10.1080/1350485032000133381
- Huang, Z., Li, S. X., & Zhu, J. (2005). A special issue on «Data Envelopment Analysis: theories and applications» in honor of William W. Cooper. *International Journal of Information Technology & Decision Making (IJITDM)*, 4(3), 311–316. doi:10.1142/S0219622005001568
- International Standards Organization. (2008). *Quality Management Systems – Fundamentals and Vocabulary*. Geneva, Switzerland: ISO.
- Investor Words. (sem data). Public utility definition. Obtido 18 de Julho de 2014, de <http://www.investorwords.com>
- Iranmanesh, H., Jalili, M., & Pirmoradi, Z. (2007). Developing a new structure for determining time risk priority using risk breakdown matrix in EPC projects. Em *2007 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management* (pp 999–1003). doi:10.1109/IEEM.2007.4419342
- Jamasb, T., & Pollitt, M. (2000). Benchmarking and regulation: international electricity experience. *Utilities Policy*, 9(3), 107–130. doi:10.1016/S0957-1787(01)00010-8
- Joskow, P. L. (2012). Creating a Smarter U.S. Electricity Grid. *The Journal of Economic Perspectives*, 26(1), 29–47. doi:10.1257/jep.26.1.29
- Kalirajan, K. P., & Shand, R. T. (1999). Frontier Production Functions and Technical Efficiency Measures. *Journal of Economic Surveys*, 13(2), 149–172. doi:10.1111/1467-6419.00080
- Khang, D. B., & Myint, Y. M. (1999). Time, cost and quality trade-off in project management: a case study. *International Journal of Project Management*, 17(4), 249–256. doi:10.1016/S0263-7863(98)00043-X

- Killen, C. P., & Hunt, R. A. (2010). Dynamic capability through project portfolio management in service and manufacturing industries. *International Journal of Managing Projects in Business*, 3(1), 157–169. doi:10.1108/17538371011014062
- Killen, C. P., & Hunt, R. A. (2013). Robust project portfolio management: capability evolution and maturity. *International Journal of Managing Projects in Business*, 6(1), 131–151. doi:10.1108/17538371311291062
- Killen, C. P., Hunt, R. a., & Kleinschmidt, E. J. (2008). Project portfolio management for product innovation. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 25(1), 24–38. doi:10.1108/02656710810843559
- King, D. J., & Ali, A. H. (2007). Milestones on the road to commercial operation. *Power*, 151(11), 80–83.
- Knodel, T. (2004). Preparing the organizational «soil» for measurable and sustainable change: business value management and project governance. *Journal of Change Management*, 4(1), 45–62. doi:10.1080/1469701032000154935
- Kress, R. E. (1994). Quality project management: key success factor to exceeding buyer values. (includes related article). *Industrial Management*, 36(6), 22.
- Kumar, S., & Gulati, R. (2008). An Examination of Technical, Pure Technical, and Scale Efficiencies in Indian Public Sector Banks using Data Envelopment Analysis. *Eurasian Journal of Business and Economics*, 1(2), 33–69.
- Kumbhakar, S. C., & Lovell, C. K. (2003). *Stochastic frontier analysis*. Cambridge University Press.
- Kwoka, J., & Pollitt, M. (2010). Do mergers improve efficiency? Evidence from restructuring the US electric power sector. *International Journal of Industrial Organization*, 28(6), 645–656. doi:10.1016/j.ijindorg.2010.03.001
- Lau, H.-S., & Somarajan, C. (1995). A proposal on improved procedures for estimating task-time distributions in PERT. *European Journal of Operational Research*, 85(1), 39–52. doi:10.1016/0377-2217(93)E0213-H
- Leite, L. M., Teixeira, J. P., & Samanez, C. P. (2012). EX-ANTE ECONOMIC ASSESSMENT IN INCREMENTAL R&D PROJECTS: TECHNICAL AND DEVELOPMENT TIME UNCERTAINTIES ADDRESSED BY THE REAL OPTIONS THEORY. *Brazilian Operations Research Society*, 32(3), 617–641. Obtido de www.scielo.br/pope
- Lindsay, A., Downs, D., & Lunn, K. (2003). Business processes—attempts to find a definition. *Information and Software Technology*, 45(15), 1015–1019. doi:10.1016/S0950-5849(03)00129-0
- Liu, J. S., Lu, L. Y. Y., Lu, W.-M., & Lin, B. J. Y. (2013). A survey of DEA applications. *Omega*, 41(5), 893–902. doi:10.1016/j.omega.2012.11.004

Bibliografia

- Matheson, D., Matheson, J. E., & Menke, M. M. (1994). Making excellent R&D decisions. (research and development)(includes related article). *Research-Technology Management*, 37(6), 21–24.
- Maylor, H. (2001). Beyond the Gantt chart:: Project management moving on. *European Management Journal*, 19(1), 92–100. doi:10.1016/S0263-2373(00)00074-8
- Meredith, J. R., & Mantel, S. J. (2009). *Project management - A managerial approach* (7th ed). John Wiley & Sons, Inc.
- Miyuan, S., Xiaohua, S., & Bin, R. (2011). A Data Mining Approach to Forming General Work Breakdown Structure. Em *IEEE 2nd International Conference on Software Engineering and Service Science*. doi:10.1109/ICSESS.2011.5982230
- Mokhtari, H., Kazemzadeh, R. B., & Salmasnia, A. (2011). Time-Cost Tradeoff Analysis in Project Management: An Ant System Approach. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 58(1), 36–43. doi:10.1109/TEM.2010.2058859
- Momoh, A., Roy, R., & Shehab, E. (2008). A Work Breakdown Structure for Implementing and Costing an ERP Project. *Communications of the IBIMA*, 6(15), 94–103.
- Morris, P. W. G. (1994). *The management of projects*. (T. Telford, Ed). London, UK.
- Mota, R. L. (2004). *Comparing Brazil and USA electricity performance; what was the impact of privatisation?* Obtido de <https://www.repository.cam.ac.uk/bitstream/handle/1810/402/EP39.pdf?sequence=1>
- Munns, A., & Bjeirmi, B. (1996). The role of project management in achieving project success. *International Journal of Project Management*, 14(2), 81–87. doi:10.1016/0263-7863(95)00057-7
- Odeck, J. (2007). Measuring technical efficiency and productivity growth: a comparison of SFA and DEA on Norwegian grain production data. *Applied Economics*, 39(20), 2617–2630. doi:10.1080/00036840600722224
- Park, K. S., & Cho, J.-W. (2011). Pro-efficiency: Data speak more than technical efficiency. *European Journal of Operational Research*, 215(1), 301–308. doi:10.1016/j.ejor.2011.05.004
- Payne, J., France, K., Henley, N., D’Antoine, H., Bartu, A., Elliott, E., & Carol, B. (2011). Researchers’ experience with project management in health and medical research: Results from a post-project review. *BMC Public Health*, 11(1), 424–436.
- Pemsel, S., & Wiewiora, A. (2013). Project management office a knowledge broker in project-based organisations. *International Journal of Project Management*, 31(1), 31–42. doi:10.1016/j.ijproman.2012.03.004
- Peters, R., & Sikorski, R. (1999). Time is data. *Science*, 284(5413), 453–454.

Bibliografia

- Petit, Y. (2012). Project portfolios in dynamic environments: Organizing for uncertainty. *International Journal of Project Management*, 30(5), 539–553. doi:10.1016/j.ijproman.2011.11.007
- Pitagorsky, G. (1996). How to manage projects. *CMA Magazine*, 70(10), 15–19. Obtido de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=9701224378&site=ehost-live>
- Podean, I. M., Benta, D., & Mircean, C. (2010). Overlapping Boundaries of the Project Time Management and Project Risk Management. *Informatica Economica*, 14(4), 156–163.
- Pollitt, M. G., & Jamasb, T. (2000). *Benchmarking and Regulation of Electricity Transmission and Distribution Utilities: Lessons from International Experience*. Obtido de <http://ideas.repec.org/p/cam/camdae/0101.html>
- Project Management Institute. (2006a). *The Standard for Portfolio Management*. Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.
- Project Management Institute. (2006b). *The Standard for Program Management*. Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.
- Project Management Institute. (2013). *PMBOK guide* (5^a ed). Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute, Inc. Obtido de <http://www.citeulike.org/group/14887/article/9008974>
- Rabbani, M., Fatemi Ghomi, S. M. T., Jolai, F., & Lahiji, N. S. (2007). A new heuristic for resource-constrained project scheduling in stochastic networks using critical chain concept. *European Journal of Operational Research*, 176(2), 794–808. doi:10.1016/j.ejor.2005.09.018
- Razaque, A., Bach, C., Salama, N., & Alotaibi, A. (2012). Fostering Project Scheduling and Controlling Risk Management. *International Journal of Business and Social Science*, 3(14), 118–127.
- San Cristóbal, J. R. (2011). A multi criteria data envelopment analysis model to evaluate the efficiency of the Renewable Energy technologies. *Renewable Energy*, 36(10), 2742–2746. doi:10.1016/j.renene.2011.03.008
- Sanchez, H., Robert, B., Bourgault, M., & Pellerin, R. (2009). Risk management applied to projects, programs, and portfolios. *International Journal of Managing Projects in Business*, 2(1), 14–35. doi:10.1108/17538370910930491
- Seiford, L. M. (1996). Data Envelopment Analysis : The Evolution of the State of the Art (1978-1995). *The Journal of Productivity Analysis*, 7(2-3), 99–137. doi:10.1007/BF00157037
- Sengupta, J. K. (1999). A dynamic efficiency model using data envelopment analysis. *International Journal of Production Economics*, 62(3), 209–218. doi:10.1016/S0925-5273(98)00244-8

- Sherman, H., & Zhu, J. (2006). *Service Productivity Management: Improving Service Performance using Data Envelopment Analysis (DEA)*. Improving Service Performance using Data Envelopment Analysis (DEA). Boston, MA: Springer US: Boston, MA. doi:10.1007/0-387-33231-6
- Shetty, U., & Pakkala, T. (2010). Ranking efficient DMUs based on single virtual inefficient DMU in DEA. *OPSEARCH*, 47(1), 50–72. doi:10.1007/s12597-010-0004-3
- Soleimani-damaneh, M. (2012). On a basic definition of returns to scale. *Operations Research Letters*, 40(2), 144–147. doi:10.1016/j.orl.2011.11.005
- Soudi, F., & Tomsovic, K. (2001). Optimal trade-offs in distribution protection design. Em *IEEE Transactions on Power Delivery* (Vol 16, pp 292–296). doi:10.1109/61.915498
- Tavares, G. (2002). A bibliography of data envelopment analysis (1978 - 2001). *Rutcor Research Report*. Obtido de http://rutcor.rutgers.edu/pub/rrr/reports2002/1_2002.pdf
- Teller, J., & Kock, A. (2013). An empirical investigation on how portfolio risk management influences project portfolio success. *International Journal of Project Management*, 31(6), 817–829. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.11.012
- Too, E. G., & Weaver, P. (2013). The management of project management: A conceptual framework for project governance. *International Journal of Project Management*, (0), 1–13. doi:10.1016/j.ijproman.2013.07.006
- Umanath, M., & Rajasekar, D. D. (2013). Estimation of Technical, Scale and Economic Efficiency of Paddy Farms: A Data Envelopment Analysis Approach. *Journal of Agricultural Science*, 5(8), 243–251. doi:10.5539/jas.v5n8p243
- Vidyasagar, E., Prasad, P. V. N., & Fatima, A. (2012). Reliability Improvement of a Radial Feeder Using Multiple Fault Passage Indicators. *Energy Procedia*, 14(0), 223–228. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2011.12.921
- Weber, C. (2005). *Uncertainty in the Electric Power Industry: Methods and Models for Decision Support*. *Methods and Models for Decision Support* (Vol 77). New York, NY: Springer New York, New York, NY. doi:10.1007/b100484
- Wiley, V. D., Deckro, R. F., & Jackson, J. A. (1998). Optimization analysis for design and planning of multi-project programs. *European Journal of Operational Research*, 107(2), 492–506. doi:10.1016/S0377-2217(97)00334-2
- Yang, H., & Pollitt, M. (2009). Incorporating both undesirable outputs and uncontrollable variables into DEA: The performance of Chinese coal-fired power plants. *European Journal of Operational Research*, 197(3), 1095–1105. doi:10.1016/j.ejor.2007.12.052
- Yang, Z. (2009). Bank Branch Operating Efficiency: A DEA Approach. Em *International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2009 Vol II* (Vol 2175, pp 2087–2092).

Bibliografia

- Yu, W., Jamasb, T., & Pollitt, M. (2007). *Incorporating the Price of Quality in Efficiency Analysis: The Case of Electricity Distribution Regulation in the UK* (No. 0736). Obtido de <http://ideas.repec.org/p/cam/camdae/0736.html>
- Zandhuis, A., & Stellingwerf, R. (2013). *ISO 21500: Guidance on project management - A pocket guide*. (S. Newton, Ed) (1ª ed). Zaltbommel: Van Haren Publishing.
- Zhang, Y., & Fan, Z.-P. (2014). An optimization method for selecting project risk response strategies. *International Journal of Project Management*, 32(3), 412–422. doi:10.1016/j.ijproman.2013.06.006
- Zhen, L. Z. L., Xing, M. X. M., & Li, Q. L. Q. (2008). The Continuous CCR Model in DEA. 2008 *International Workshop on Modelling, Simulation and Optimization*, 34–37. doi:10.1109/WMSO.2008.44
- Zika-Viktorsson, A., & Ingelgård, A. (2006). Reflecting activities in product developing teams: conditions for improved project management processes. *Research in Engineering Design*, 17(2), 103–111. doi:10.1007/s00163-006-0019-1

Anexos

Anexo I – Modelos com orientação para o *output*

Modelo CCR

$$\text{Max } \varphi - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$$

sujeito a,

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = \varphi y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad \forall_{i,j,r}$$

Modelo BCC

$$\text{Max } \varphi - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$$

sujeito a,

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = \varphi y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$1 = \sum_{j=1}^n \lambda_j$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad \forall_{i,j,r}$$

Anexo II – WBS’s para os projectos de TCMT da Direcção de Automação e Telecomando

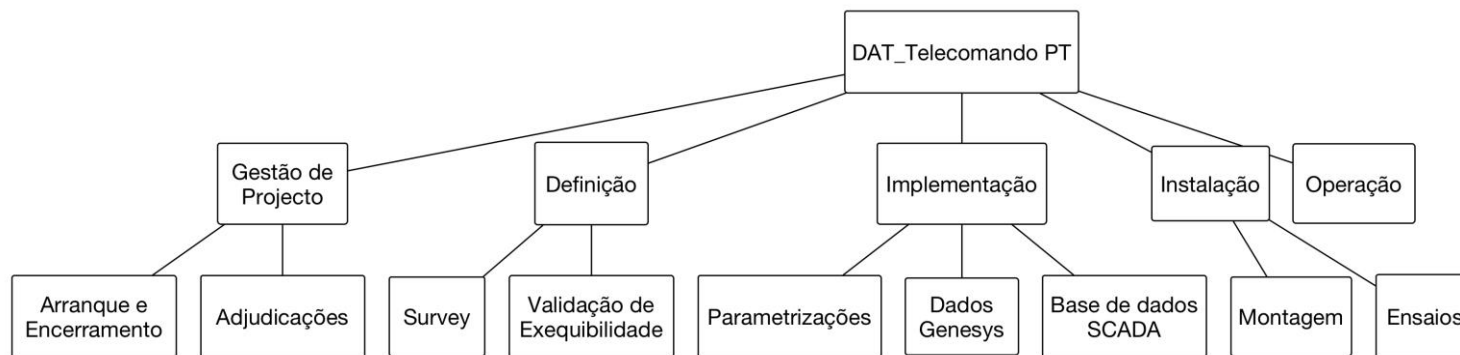


Figura I.1 – WBS do projecto de telecomando de PTs (modelo simplificado)

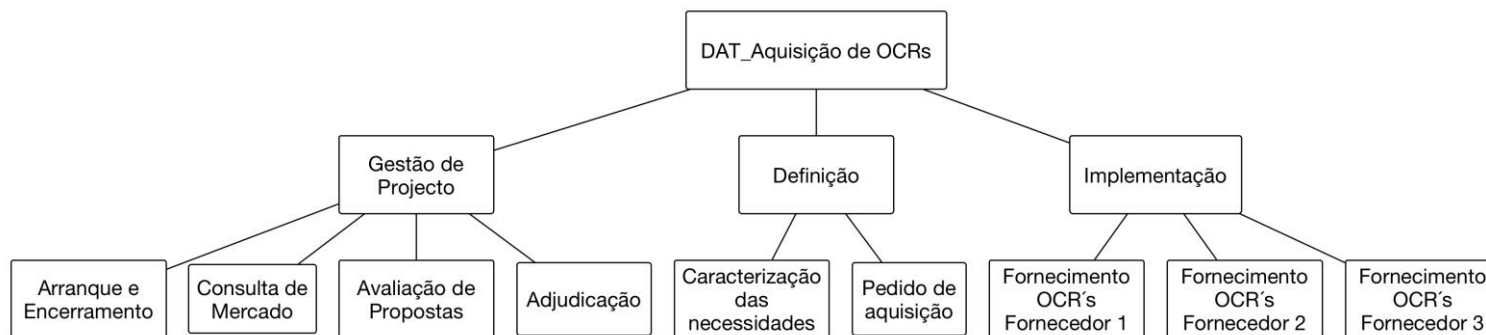


Figura I.2 – WBS do projecto de aquisição de OCRs (modelo simplificado)